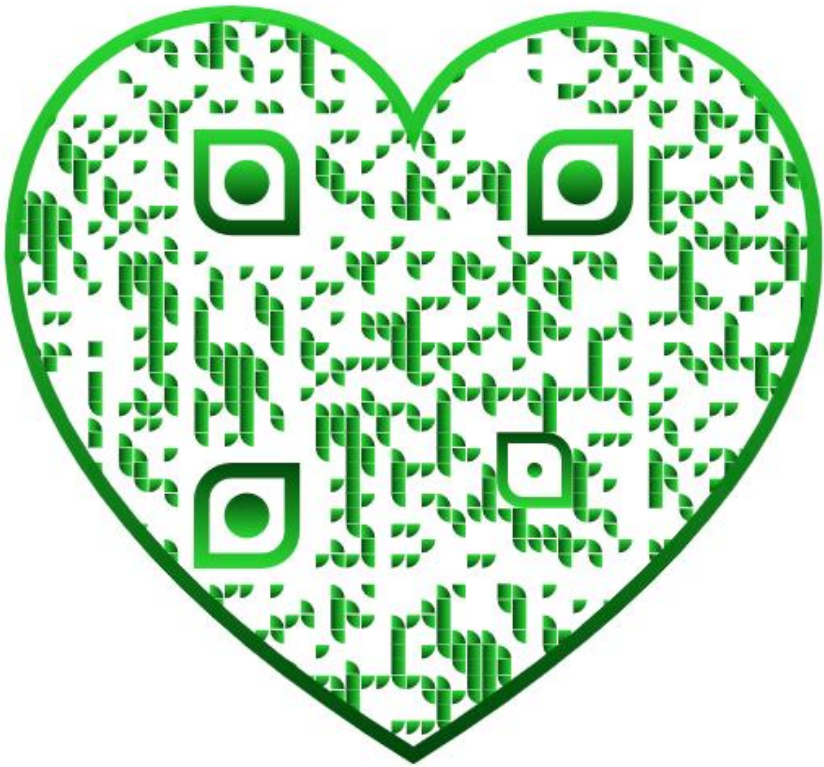
ADMINISTREZ VOS BASES DE DONNÉES AVEC

MYSQL

Chantal Gribaumont

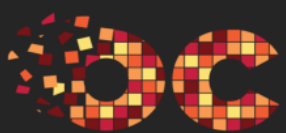
2e édition



ADMINISTREZ VOS BASES DE DONNÉES AVEC

MYSQL

Chantal Gribaumont



2e édition

DANS LA MÊME COLLECTION

Propulsez votre site avec WORDPRESS

Julien Chichignoud
ISBN : 979-10-90085-73-2

Prenez en main BOOTSTRAP

Maurice Chavelli
ISBN : 979-10-90085-62-6

Des applications ultra rapides avec NODE.JS

Mathieu Nebra
ISBN : 979-10-90085-59-6

Apprenez à programmer en VB.NET

Thomas Martinet
ISBN : 979-10-90085-54-1

Créez des applications en C# pour WINDOWS PHONE 8

Nicolas Hilaire
ISBN : 979-10-90085-63-3

Apprenez à programmer en PYTHON (2e édition)

Vincent Le Goff
ISBN : 979-10-90085-77-0

Apprenez à votre rythme grâce à l'offre Premium OpenClassrooms :

téléchargez des eBooks, des vidéos des cours et faites-vous certifier.

Devenez Premium !

Rejoignez la communauté OpenClassrooms :

www.openclassrooms.com

www.facebook.com/openclassrooms

@OpenClassrooms

Devenez Premium

Téléchargez
les eBooks

Accédez
aux certifications

Téléchargez
les vidéos en HD

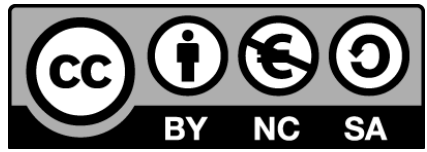
www.openclassrooms.com/premium

ADMINISTREZ VOS BASES DE DONNÉES AVEC

MYSQL

Chantal Gribaumont

2e édition



Sauf mention contraire, le contenu de cet ouvrage est publié sous la licence :
Creative Commons BY-NC-SA 2.0
La copie de cet ouvrage est autorisée sous réserve du respect des conditions de la licence
Texte complet de la licence disponible sur : http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/

Conception couverture : Sophie Bai
Illustrations chapitres : Sophie Bai et Fan Jiyong

OpenClassrooms 2014 - ISBN : 979-10-90085-68-8

Avant-propos

Les données sont partout : votre carte d'identité recense une partie de vos données personnelles ; votre téléphone mobile contient les données de vos contact ; un CD contient les données des morceaux qu'il permet d'écouter ; même le pull que vous portez comporte un certain nombre de données : la marque, la taille, les instructions de lavage, ...

Rien d'étonnant donc à ce que l'homme ait cherché des moyens de stocker, traiter et manipuler efficacement les données. Ainsi est né l'informatique : la science du traitement de l'information.

Le besoin de stocker les données dans une structure dédiée s'est rapidement fait sentir. Le concept de base de données est alors apparu. Différentes structures et différents modèles de données ont donc vu le jour, et avec eux, les logiciels permettant de manipuler ces bases de données : les systèmes de gestion de bases de données (abrégé SGBD).

Si vous avez acheté ce livre, c'est sans doute parce que vous êtes intéressés par l'un des systèmes de gestion de base de données les plus connus : MySQL.

J'ai découvert ce logiciel pendant mes études de master en bioinformatique et modélisation. Nous avions un petit cours sur les bases de données, très théorique, et le professeur nous avait laissé le soin d'apprendre à nous servir de MySQL en autodidacte, nous fournissant simplement le lien vers un tutorial sur internet.

J'ai ainsi constaté qu'on pouvait en général trouver deux types de ressources pour apprendre à se servir de MySQL :

- des ressources très accessibles, mais également très basiques ;
- et d'autres bien plus complètes, présentant des notions avancées, mais difficiles à aborder sans de solides connaissances au préalable.

Par ailleurs, comme souvent en informatique, la plupart de ces ressources étaient écrites en anglais, ce qui ne me pose personnellement pas de problème, mais rebute de nombreux informaticiens débutants.

Ayant moi-même suivi plusieurs tutoriaux sur OpenClassrooms, l'idée m'est alors venue de partager à mon tour mes connaissances. Mon but était de proposer un cours accessible, en français, mais abordant aussi des notions avancées. Ce cours, vous le tenez entre vos mains, et j'espère de tout cœur qu'il répondra à vos attentes.

Qu'allez-vous apprendre en lisant ce livre ?

Ce livre se compose de sept parties :

- **MySQL et les bases du langage SQL** : vous découvrirez ce qu'est MySQL, à quoi sert le langage SQL, sous quelle forme sont stockées les données, et comment créer une base de données et y insérer des données, les modifier, les supprimer ou les sélectionner.
- **Index, jointures et sous-requêtes** : cette partie vous apprendra à gérer les relations entre vos tables (contenant vos données), à utiliser les index et les clés pour optimiser vos requêtes et garantir l'intégrité de vos données. Vous verrez également comment construire des requêtes complexes avec les jointures, les sous-requêtes, les unions, etc.
- **Fonctions : nombres, chaînes et agrégats** : vous apprendrez ce qu'est une fonction, et comment vous en servir pour manipuler des nombres et des chaînes de caractères. C'est

aussi dans cette partie que seront abordés les regroupements et les fonctions d'agrégation, qui vous permettront notamment de faire des statistiques sur vos données.
- **Fonctions : manipuler les dates** : cette partie vous donnera tous les outils nécessaires pour travailler avec les données temporelles (des dates, des heures, ou les deux).
- **Sécuriser et automatiser ses données** : avec cette partie, vous entrerez dans les notions avancées de MySQL. Vous y apprendrez à utiliser les verrous et les transactions pour sécuriser les traitements appliqués à vos données, pour ensuite apprendre à automatiser ces traitements grâce aux procédures stockées et aux triggers.
- **Au-delà des tables classiques** : vues, tables temporaires et vues matérialisées : vous verrez dans cette partie qu'il est possible d'utiliser d'autres structures que les tables classiques pour stocker et/ou manipuler les données de votre base.
- **Gestion des utilisateurs et configuration du serveur** : cette dernière partie vous apprendra à sécuriser votre base de données en créant des utilisateurs ayant des droits restreints, ainsi qu'à configurer votre serveur MySQL pour qu'il réponde exactement à vos besoins.

Comment lire ce livre ?

Suivez l'ordre des chapitres

Lisez cet eBook comme on lit un roman. Il a été conçu pour cela. Contrairement à beaucoup de livres techniques où il est courant de lire en diagonale et de sauter certains chapitres, il est ici très fortement recommandé de suivre l'ordre du cours, à moins que vous ne soyez déjà un peu expérimentés.

Pratiquez en même temps

Pratiquez régulièrement. N’attendez pas d’avoir fini de lire cet ouvrage pour allumer votre ordinateur et faire vos propres essais.

Remerciements

A peu près deux ans de travail se sont écoulés depuis que j’ai décidé de me lancer dans cette aventure. Durant ces deux ans, et particulièrement ces six derniers mois, de nombreuses personnes m’ont, d’une façon ou d’une autre, apporté leur aide et leur soutien.

- Merci tous les Zéros ayant pris le temps de lire mon tutorial, me prouvant jour après jour que je ne travaillais pas pour rien. Merci pour vos commentaires encourageants, vos remarques constructives, vos suggestions intelligentes, et vos yeux acérés repérant les erreurs et les fautes d’orthographe.
- Merci à l’équipe de Simple IT pour avoir cru en ce projet, et tout particulièrement à Anna Schurtz pour son aide précieuse et sa bonne humeur.
- Merci à Baptiste Clavié (alias Talus), qui fût mon validateur dès la première heure, pour sa relecture attentive et ses nombreux conseils, toujours pertinents.
- Merci à Michel C. Milinkovitch, qui fût mon directeur de thèse durant les quelques mois qu'il a fallut pour que je me rende compte que je n'étais pas faite pour ça. Sans le projet "ReDBoL", ce livre n'existerait probablement pas.
- Merci à ma famille qui, dès qu’elle a eu vent de ce projet, m’a encouragée à aller jusqu’au bout. Comme elle le fait pour tous les projets qui me tiennent à cœur, merci pour ça aussi.
- Merci à Max d’avoir respecté mes périodes taciturnes quand je réfléchissais à la structure et à l’écriture des chapitres du moment, d’avoir supporté mes sautes d’humeur quand je ne trouvais pas l’exemple parfait, et d’avoir meublé sans moi de

longues soirées et de longs week-end sans jamais s'en plaindre. Et merci d'être toi d'ailleurs, c'est déjà beaucoup.

Première partie

MySQL et les bases du langage SQL

Chapitre 1

Avant de pouvoir joyeusement jouer avec des données, il vous faut connaître quelques concepts de base.
À la fin de ce chapitre, vous devriez :

- savoir ce qu'est un SGBD, un SGBDR, une base de données, et comment y sont représentées les données ;
- en connaître un peu plus sur MySQL et ses concurrents ;
- savoir ce qu'est le langage SQL et à quoi il sert.

Concepts de base

Base de données

Une base de données informatique est un **ensemble de données** qui ont été stockées sur un support informatique, et **organisées et structurées** de manière à pouvoir facilement consulter et modifier leur contenu.

Prenons l'exemple d'un site web avec un système de news et de membres. On va utiliser une base de données MySQL pour stocker toutes les données du site : les news (avec la date de publication, le titre, le contenu, éventuellement l'auteur,…) et les membres (leurs noms, leurs emails,…).
Tout ceci va constituer notre base de données pour le site. Mais il ne suffit pas que la base de données existe. Il faut aussi pouvoir **la gérer, interagir avec cette base**. Il faut pouvoir envoyer des message à MySQL (messages qu'on appellera "**requêtes**"), afin de pouvoir ajouter des news, modifier des membres, supprimer, et tout simplement afficher des éléments de la base.
Une base de données seule ne suffit donc pas, il est nécessaire d'avoir également :

- un **système permettant de gérer cette base** ;
- un **langage pour transmettre des instructions** à la base de données (par l'intermédiaire du système de gestion).

SGBD

Un Système de Gestion de Base de Données (SGBD) est un **logiciel** (ou un ensemble de logiciels) permettant de **manipuler les données d'une base de données**. Manipuler, c'est-à-dire sélectionner et afficher des informations tirées de cette base, modifier des données, en ajouter ou en supprimer (ce groupe de quatre opérations étant souvent appelé "CRUD", pour Create, Read, Update, Delete).
MySQL est un système de gestion de bases de données.

Le paradigme client - serveur

La plupart des SGBD sont basés sur un **modèle Client - Serveur**. C'est-à-dire que la base de données se trouve sur un serveur qui ne sert qu'à ça, et pour interagir avec cette base de données, il faut utiliser un logiciel "client" qui va interroger le serveur et transmettre la réponse que le serveur lui aura donnée. Le serveur peut être installé sur une machine différente du client ; c'est souvent

le cas lorsque les bases de données sont importantes. Ce n'est cependant pas obligatoire, ne sautez pas sur votre petit frère pour lui emprunter son ordinateur. Dans ce tutoriel, nous installerons les logiciels serveur et client sur un seul et même ordinateur.
Par conséquent, lorsque vous installez un SGBD basé sur ce modèle (c'est le cas de MySQL), vous installez en réalité deux choses (au moins) : le serveur, et le client. Chaque requête (insertion/ modification/lecture de données) est faite par l'intermédiaire du client. Jamais vous ne discuterez directement avec le serveur (d'ailleurs, il ne comprendrait rien à ce que vous diriez).
Vous avez donc besoin d'un langage pour discuter avec le client, pour lui donner les requêtes que vous souhaitez effectuer. Dans le cas de MySQL, ce langage est le SQL.

SGBDR

Le R de SGBDR signifie "**relationnel**". Un SGBDR est un SGBD qui implémente la théorie relationnelle. MySQL implémente la théorie relationnelle ; c'est donc un SGBDR.
La théorie relationnelle dépasse le cadre de ce tutoriel, mais ne vous inquiétez pas, il n'est pas nécessaire de la maîtriser pour être capable d'utiliser convenablement un SGBDR. Il vous suffit de savoir que dans un SGBDR, les données sont contenues dans ce qu'on appelle des **relations**, qui sont représentées sous forme de **tables**.
Une relation est composée de deux parties, l'**en-tête** et le **corps**.
L'en-tête est lui-même composé de plusieurs attributs. Par exemple, pour la relation "Client", on peut avoir l'en-tête suivant :

Numéro	Prénom	Nom	Email

Quant au corps, il s'agit d'un ensemble de **lignes** (ou n-uplets) composées d'autant d'éléments qu'il y a d'attributs dans le corps.
Voici donc quatre lignes pour la relation "Client" :

Numéro	Prénom	Nom	Email
1	Jean	Dupont	jdupont@email.com
2	Marie	Malherbe	mama@email.com
3	Nicolas	Jacques	Jacques.nicolas@email.com

4	Hadrien	Piroux	happi@email.com

Différentes opérations peuvent alors être appliquées à ces **relations**, ce qui permet d'en tirer des informations. Parmi les opérations les plus utilisées, on peut citer (soient A et B deux relations) :

- la sélection (ou restriction) : obtenir les lignes de A répondant à certains critères ;
- la projection : obtenir une partie des attributs des lignes de A ;
- l'union - $A \cup B$: obtenir tout ce qui se trouve dans la relation A ou dans la relation B ;
- l'intersection - $A \cap B$: obtenir tout ce qui se trouve à la fois dans la relation A et dans la relation B ;
- la différence - $A - B$: obtenir ce qui se trouve dans la relation A mais pas dans la relation B ;
- la jointure - $A \bowtie B$: obtenir l'ensemble des lignes provenant de la liaison de la relation A et de la relation B à l'aide d'une information commune.

Un petit exemple pour illustrer la jointure : si l'on veut stocker des informations sur les clients d'une société, ainsi que les commandes passées par ces clients, on utilisera deux relations : client et commande, la relation commande étant liée à la relation client par une référence au client ayant passé commande.
Un petit schéma clarifiera tout ça !

Numéro	*Prénom*	*Nom*	*Email*
1	Jean	Dupont	jdupont@email.com
2	Marie	Malherbe	mama@email.com
3	Nicolas	Jacques	jacques.nicolas@email.com
4	Hadrien	Piroux	happie@mail.com

Numéro	*Client*	*Produit*	*Quantité*
1	3	Tube de colle	3
2	2	Rame de papier A4	6
3	2	Ciseaux	2

Schéma bdd relationnelle

Le client numéro 3, M. Nicolas Jacques, a donc passé une commande de trois tubes de colle, tandis que M^{me} Marie Malherbe (cliente numéro 2) a passé deux commandes, pour du papier et des ciseaux.

Le langage SQL

Le SQL (*Structured Query Language*) est un **langage informatique** qui permet d'**interagir avec des bases de données relationnelles**. C'est le langage pour base de données le plus répandu, et c'est bien sûr celui utilisé par MySQL. C'est donc le langage que nous allons utiliser pour dire au client MySQL d'effectuer des opérations sur la base de données stockée sur le serveur MySQL
Il a été créé dans les années 1970 et c'est devenu standard en 1986 (pour la norme ANSI - 1987 en ce qui concerne la norme ISO). Il est encore régulièrement amélioré.

Présentation succincte de MySQL...

MySQL est donc un Système de Gestion de Bases de Données Relationnelles, qui utilise le langage SQL. C'est un des SGBDR les plus utilisés. Sa popularité est due en grande partie au fait qu'il s'agit d'un logiciel Open Source, ce qui signifie que son code source est librement disponible et que quiconque qui en ressent l'envie et/ou le besoin peut modifier MySQL pour l'améliorer ou l'adapter à ses besoins. Une version gratuite de MySQL est par conséquent disponible. À noter qu'une version commerciale payante existe également.
Le logo de MySQL est un dauphin, nommé Sakila suite au concours *Name the dolphin* ("Nommez le dauphin").

Un peu d'histoire

David Axmark, fondateur de MySQL

Le développement de MySQL commence en 1994 par David Axmark et Michael Widenius. EN 1995, la société MySQL AB est fondée par ces deux développeurs, et Allan Larsson. C'est la même année que sort la première version officielle de MySQL.
En 2008, MySQL AB est rachetée par la société Sun Microsystems, qui est elle-même rachetée par Oracle Corporation en 2010.
On craint alors la fin de la gratuité de MySQL, étant donné qu'Oracle Corporation édite un des grands concurrents de MySQL : Oracle Database, qui est payant (et très cher). Oracle a cependant promis de continuer à développer MySQL et de conserver la double licence GPL (libre) et commerciale jusqu'en 2015 au moins.

Mise en garde

MySQL est très utilisé, surtout par les débutants. Vous pourrez faire de nombreuses choses avec ce logiciel, et il convient tout à fait pour découvrir la gestion de bases de données. Sachez cependant que MySQL est loin d'être parfait. En effet, il ne suit pas toujours la norme officielle. Certaines syntaxes peuvent donc être propres à MySQL et ne pas fonctionner sous d'autres SGBDR. J'essayerai de le signaler lorsque le cas se présentera, mais soyez conscients de ce problème.
Par ailleurs, il n'implémente pas certaines fonctionnalités avancées, qui pourraient vous être utiles pour un projet un tant soit peu ambitieux. Enfin, il est très permissif, et acceptera donc des

requêtes qui généreraient une erreur sous d'autres SGBDR.

… et de ses concurrents

Il existe des dizaines de SGBDR, chacun ayant ses avantages et ses inconvénients. Je présente ici succinctement quatre d'entre eux, parmi les plus connus. Je m'excuse tout de suite auprès des fans (et même simples utilisateurs) des nombreux SGBDR que j'ai omis.

Oracle database

Logo d'Oracle

Oracle, édité par Oracle Corporation (qui, je rappelle, édite également MySQL) est un SGBDR payant. Son coût élevé fait qu'il est principalement utilisé par des entreprises.
Oracle gère très bien de grands volumes de données. Il est inutile d'acheter une licence oracle pour un projet de petite taille, car les performances ne seront pas bien différentes de celles de MySQL ou d'un autre SGBDR. Par contre, pour des projets conséquents (plusieurs centaines de Go de données), Oracle sera bien plus performant.
Par ailleurs, Oracle dispose d'un langage procédural très puissant (du moins plus puissant que le langage procédural de MySQL) : le PL/SQL.

PostgreSQL

Logo PostgreSQL

Comme MySQL, PostgreSQL est un logiciel Open Source. Il est cependant moins utilisé, notamment par les débutants, car moins connu. La raison de cette méconnaissance réside sans doute en partie dans le fait que PostgreSQL a longtemps été disponible uniquement sous Unix. La première version Windows n'est apparue qu'à la sortie de la version 8.0 du logiciel, en 2005.
PostgreSQL a longtemps été plus performant que MySQL, mais ces différences tendent à diminuer. MySQL semble être aujourd'hui équivalent à PostgreSQL en terme de performances sauf pour quelques opérations telles que l'insertion de données et la création d'index.
Le langage procédural utilisé par PostgreSQL s'appelle le PL/pgSQL.

MS Access

Logo MS Access

MS Access ou Microsoft Access est un logiciel édité par Microsoft (comme son nom l'indique…) Par conséquent, c'est un logiciel payant qui ne fonctionne que sous Windows. Il n'est pas du tout adapté pour gérer un grand volume de données et a beaucoup

moins de fonctionnalités que les autres SGBDR. Son avantage principal est l'interface graphique intuitive qui vient avec le logiciel.

SQLite

Logo SQLite

La particularité de SQLite est de ne pas utiliser le schéma client-serveur utilisé par la majorité des SGBDR. SQLite stocke toutes les données dans de simples fichiers. Par conséquent, il ne faut pas installer de serveur de base de données, ce qui n'est pas toujours possible (certains hébergeurs web ne le permettent pas).
Pour de très petits volumes de données, SQLite est très performant. Cependant, le fait que les informations soient simplement stockées dans des fichiers rend le système difficile à sécuriser (autant au niveau des accès, qu'au niveau de la gestion de plusieurs utilisateurs utilisant la base simultanément).

Organisation d'une base de données

Bon, vous savez qu'une base de données sert à gérer les données. Très bien. Mais comment ?? Facile ! Comment organisez-vous vos données dans la "vie réelle" ?? Vos papiers par exemple ? Chacun son organisation bien sûr, mais je suppose que vous les classez d'une manière ou d'une autre.
Toutes les factures ensemble, tous les contrats ensemble, etc. Ensuite on subdivise : les factures d'électricité, les factures pour la voiture. Ou bien dans l'autre sens : tous les papiers concernant la

voiture ensemble, puis subdivision en taxes, communication avec l'assureur, avec le garagiste, ...
Une base de données, c'est pareil ! On classe les informations.
MySQL étant un SGBDR, je ne parlerai que de l'organisation des bases de données relationnelles.
Comme je vous l'ai dit précédemment, on représente les données sous forme de **tables**. Une base va donc contenir plusieurs tables (elle peut n'en contenir qu'une bien sûr, mais c'est rarement le cas).
Si je reprends mon exemple précédent, on a donc une table représentant des clients (donc des personnes).
Chaque table définit un certain nombre de **colonnes**, qui sont les caractéristiques de l'objet représenté par la table (les attributs de l'en-tête dans la théorie relationnelle). On a donc ici une colonne "Nom", une colonne "Prénom", une colonne "Email" et une colonne "Numéro" qui nous permettent d'identifier les clients individuellement (les noms et prénoms ne suffisent pas toujours).

Numéro	Prénom	Nom	Email
1	Jean	Dupont	jdupont@email.com
2	Marie	Malherbe	mama@email.com
3	Nicolas	Jacques	Jacques.nicolas@email.com
4	Hadrien	Piroux	happi@email.com

Si je récapitule, dans une base nous avons donc des **tables**, et dans ces **tables**, on a des **colonnes**. Dans ces tables, vous introduisez vos données. Chaque donnée introduite le sera sous forme de **ligne** dans une **table**, définissant la valeur de chaque **colonne** pour cette donnée.

En résumé

- MySQL est un **Système de Gestion de Bases de Données Relationnelles** (SGBDR) basé sur le modèle **client-serveur**.
- Le **langage SQL** est utilisé pour communiquer entre le client et le serveur.
- Dans une base de données relationnelle, les données sont représentées sous forme de **tables**.

Chapitre 2

Installation de MySQL

Maintenant qu'on sait à peu près de quoi on parle, il est temps d'installer MySQL sur l'ordinateur, et de commencer à l'utiliser. Au programme de ce chapitre :

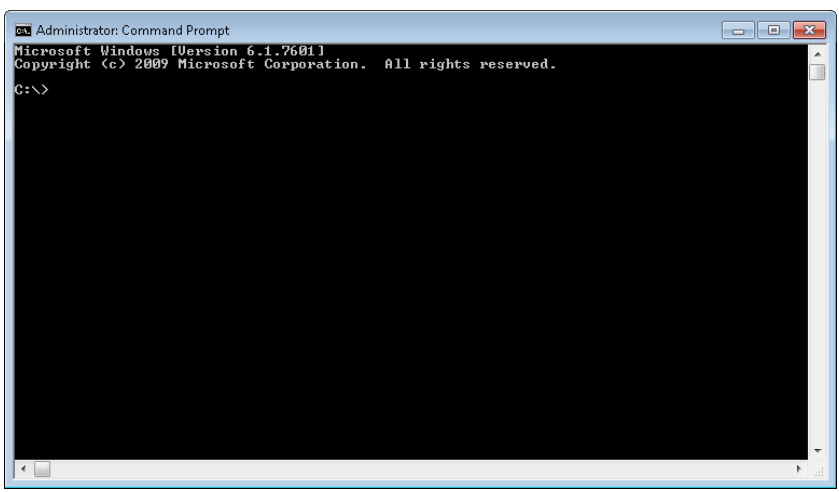
- Installation de MySQL
- Connexion et déconnexion au client MySQL
- Création d'un utilisateur
- Bases de la syntaxe du langage SQL
- Introduction aux jeux de caractères et aux interclassements

Avant-propos

Il existe plusieurs manières d'utiliser MySQL. La première, que je vais utiliser tout au long du tutoriel, est l'utilisation en ligne de commande.

Ligne de commande

Mais qu'est-ce donc ?
Eh bien il s'agit d'une fenêtre toute simple, dans laquelle toutes les instructions sont tapées à la main. Pas de bouton, pas de zone de saisie. Juste votre clavier.
Les utilisateurs de Linux connaissent très certainement. Pour Mac, il faut utiliser l'application "Terminal" que vous trouverez dans `Applications` > `Utilitaires`. Quant aux utilisateurs de Windows, c'est le "Command Prompt" que vous devez utiliser; il se trouve dans `Démarrer` > `Tous les programmes` > `Accessoires`.


Administrator: Command Prompt
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.
C:\>
Commande prompt (Windows)

Interface graphique

Si l'on ne veut pas utiliser la ligne de commande (il faut bien avouer que ce n'est pas très sympathique cette fenêtre monochrome), on peut utiliser une interface graphique, qui permet d'exécuter pas mal de choses simples de manière intuitive sur une base de données. Comme interface graphique pour MySQL, on peut citer MySQL Workbench, PhpMyAdmin (souvent utilisé pour créer un site web en combinant MySQL et PHP) ou MySQL Front par exemple.

Pourquoi utiliser la ligne de commande ?

C'est vrai ça, pourquoi ? Si c'est plus simple et plus convivial avec une interface graphique ?
Deux raisons :

- d'abord, parce que je veux que vous maîtrisiez vraiment les commandes. En effet, les interfaces graphiques permettent de faire pas mal de choses, mais une fois que vous serez bien lancés, vous vous mettrez à faire des choses subtiles et compliquées, et il ne serait pas étonnant qu'il vous soit obligatoire d'écrire vous-mêmes vos requêtes ;
- ensuite, parce qu'il est fort probable que vous désiriez utiliser MySQL en combinaison avec un autre langage de programmation (si ce n'est pas votre but immédiat, ça viendra probablement un jour). Or, dans du code PHP (ou Java, ou Python, etc.), on ne va pas écrire "Ouvre PhpMyAdmin et clique sur le bon bouton pour que je puisse insérer une donnée dans la base". On va devoir écrire en dur les requêtes. Il faut donc que vous sachiez comment faire.

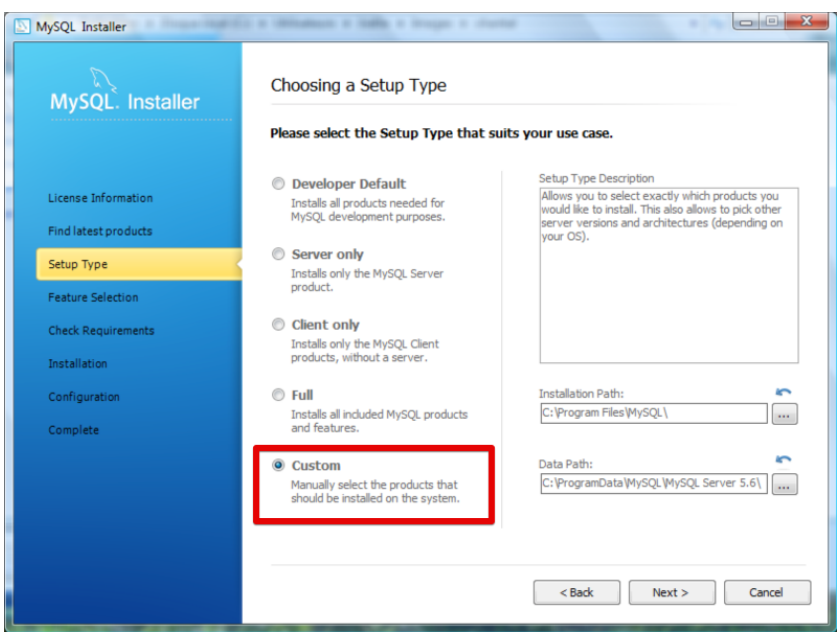
Bien sûr, si vous voulez utiliser une interface graphique, je ne peux guère vous en empêcher. Mais je vous encourage vivement à commencer par utiliser la ligne de commande, ou au minimum à faire l'effort de décortiquer les requêtes que vous laisserez l'interface graphique construire pour vous. Ceci afin de pouvoir les écrire vous-mêmes le jour où vous en aurez besoin (et ce jour viendra).

Installation du logiciel

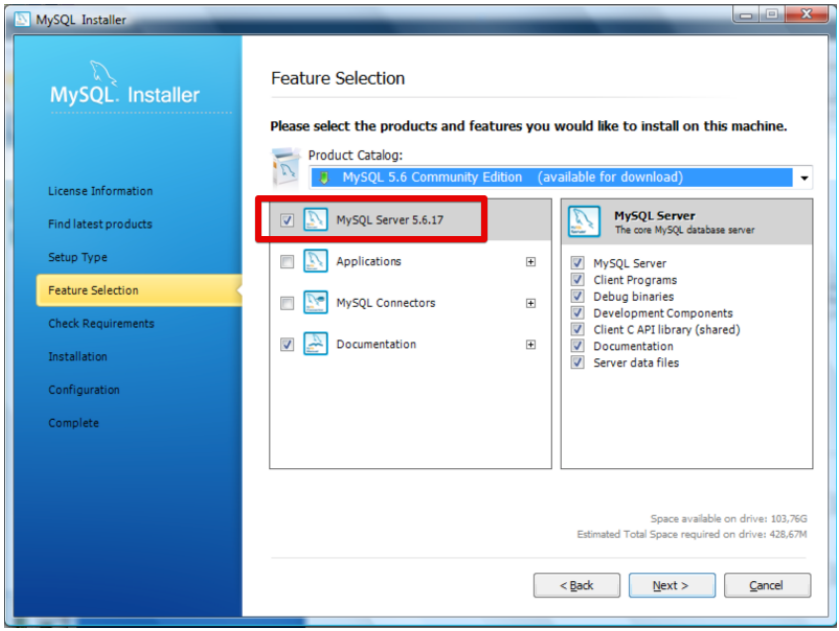
Pour télécharger MySQL, vous pouvez vous rendre sur le site suivant :
http://dev.mysql.com/downloads/mysql/#downloads
Sélectionnez l'OS sur lequel vous travaillez (Windows, Mac OS ou Linux).

Windows

Téléchargez MySQL avec l'installeur (MSI Installer), puis exécutez le fichier téléchargé. L'installeur démarre et vous guide lors de l'installation.

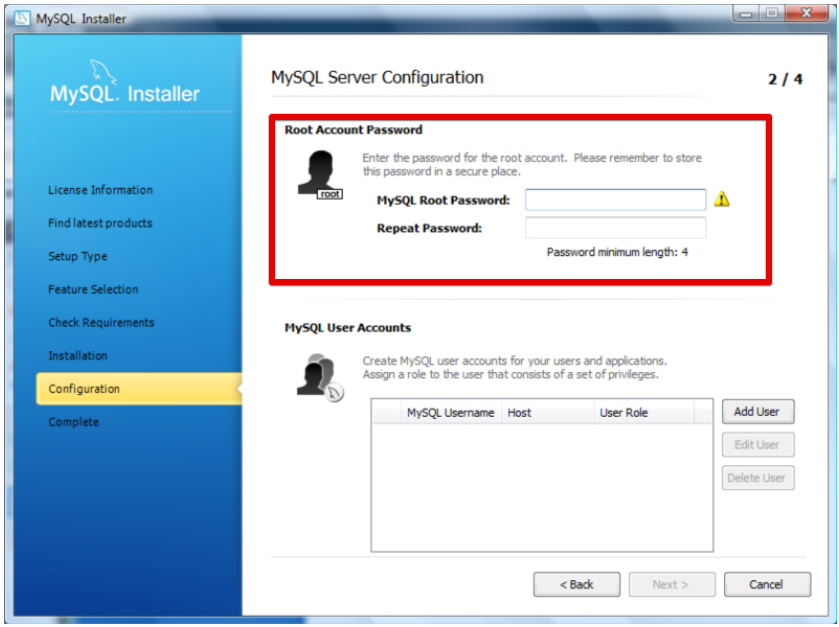

MySQL Installer
MySQL. Installer
License Information
Find latest products
Setup Type
Feature Selection
Check Requirements
Installation
Configuration
Complete
Choosing a Setup Type
Please select the Setup Type that suits your use case.
Developer Default
Installs all products needed for MySQL development purposes.
Server only
Installs only the MySQL Server product.
Client only
Installs only the MySQL Client products, without a server.
Full
Installs all included MySQL products and features.
Custom
Manually select the products that should be installed on the system.
Setup Type Description
Allows you to select exactly which products you would like to install. This also allows to pick other server versions and architectures (depending on your OS).
Installation Path:
C:\Program Files\MySQL\
Data Path:
C:\ProgramData\MySQL\MySQL Server 5.6\
< Back
Next >
Cancel
Choix du type d'installation

Sélectionnez « Install MySQL products » et acceptez la licence. L'installeur vous pro- pose plusieurs types d'installations possibles. Si vous laissez l'option par défaut, cela installera une flopée de programmes, non nécessaires pour ce cours. Je vous conseille donc de choisir l'installation « Custom » (voir figure 2.2), puis, à l'écran suivant, désélec- tionnez les applications et les connecteurs. Le seul élément indispensable est « MySQL Server 5.6.17 » (ou autre version). La documentation peut être utile si vous avez un jour besoin de la consulter hors ligne.



Eléments à installer

Lancez l'installation ! Une fois l'installation terminée, vous passez à l'étape de configu- ration. Laissez les options par défaut. La seconde étape de configuration vous permet de choisir un mot de passe pour l'utilisateur par défaut de MySQL, l'utilisateur « root ». Vous pouvez laisser le mot de passe vide, mais c'est déconseillé.



Configuration du mot de passe

On vous propose alors de définir un nouveau mot de passe pour l'utilisateur "root". Choisissez un mot de passe et confirmez-le. Ne cochez aucune autre option à cette étape. Cliquez ensuite sur "Execute" pour lancer la configuration.

Configuration

L'installation est maintenant terminée. Ouvrez maintenant le programme de ligne de commande « Command Prompt » (ou « Invite de commandes » si votre windows est francophone).

Utilisez bien l'invite de commande, et pas l'utilitaire "MySQL 5.6 Command Line Client", installé en même temps que MySQL. Nous verrons bientôt ce qu'est cet utilitaire et comment l'utiliser.

Pour pouvoir utiliser les programmes clients de MySQL, il faut que

l'invite de com- mandes sache où se trouvent ces programmes. On va donc ajouter le chemin vers MySQL aux dossiers explorés par l'invite de commandes. Vérifiez le chemin vers MySQL dans votre explorateur, ce devrait être à peu près C :\Program Files\MySQL \MySQL Server 5.6\bin (le « bin » est important, c'est là que se trouvent les programmes clients).

```
set PATH=%PATH%;chemin_vers_mysql_bin
```

Exemple

```
set PATH=%PATH%;C:\"Program Files"\MySQL\"MySQL
Server 5.6"\bin
```

Attention aux guillemets autour des parties de chemin qui comportent un espace ! Vous pouvez désormais passer à la partie « Connexion à MySQL ».

Mac OS

Téléchargez l'archive DMG qui vous convient (32 ou 64 bits), double-cliquez ensuite sur ce .dmg pour ouvrir l'image disque. Vous devriez y trouver 4 fichiers dont deux .pkg. Celui qui nous intéresse s'appelle mysql-5.5.19-osx10.7-x86.pkg (les chiffres peuvent changer selon la version de MySQL téléchargée et votre ordinateur). Ouvrez ce fichier qui est en fait l'installateur de MySQL, et suivez les instructions.
Une fois le programme installé, vous pouvez ouvrir votre terminal (pour rappel, il se trouve dans Applications -> Utilitaires).
Tapez les commandes et exécutez les instructions suivantes :

```
cd /usr/local/mysql
```

```
sudo ./bin/mysqld_safe
```

- Entrez votre mot de passe si nécessaire
- Tapez Ctrl + Z

```
bg
```

- Tapez Ctrl + D
- Quittez le terminal

MySQL est prêt à être utilisé !

Configuration

Par défaut, aucun mot de passe n'est demandé pour se connecter, même avec l'utilisateur root (qui a tous les droits). Je vous propose donc de définir un mot de passe pour cet utilisateur :

```
/usr/local/mysql/bin/mysqladmin –u root password
<votre_mot_de_passe>
```

Ensuite, pour pouvoir accéder directement au logiciel client depuis la console, sans devoir aller dans le dossier où est installé le client, il vous faut ajouter ce dossier à votre variable d'environnement PATH. Pour cela, tapez la commande suivante dans le terminal :

```
echo 'export PATH=/usr/local/mysql/bin:$PATH' >>
~/.profile
```

`/usr/local/mysql/bin` est donc le dossier dans lequel se trouve le logiciel client (plusieurs logiciels clients en fait). Redémarrez votre terminal pour que le changement prenne effet.

Linux

Sous Debian ou Ubuntu

Exécuter la commande suivante pour installer MySQL :

```
sudo apt-get install mysql-server mysql-client
```

Une fois votre mot de passe introduit, MySQL va être installé.

Sous RedHat

Exécuter la commande suivante pour installer MySQL :

```
sudo yum install mysql mysql-server
```

Une fois votre mot de passe introduit, MySQL va être installé.

Dans tous les cas, après installation

Pensez ensuite à modifier le mot de passe de l'utilisateur *root* (administrateur ayant tous les droits) avec la commande suivante :

```
sudo mysqladmin -u root -h localhost password
'votre mot de passe'
```

Connexion à MySQL

Je vous ai dit que MySQL était basé sur un modèle client - serveur, comme la plupart des SGBD. Cela implique donc que votre base de

données se trouve sur un serveur auquel vous n'avez pas accès directement, il faut passer par un client qui fera la liaison entre vous et le serveur.
Lorsque vous installez MySQL, plusieurs choses sont donc installées sur votre ordinateur :

- un serveur de base de données MySQL ;
- plusieurs logiciels clients qui permettent d'interagir avec le serveur.

Connexion au client

Parmi ces clients, celui dont nous allons parler à présent est mysql (original comme nom). C'est celui que vous utiliserez tout au long de ce cours pour vous connecter à votre base de données et y insérer, consulter et modifier des données. La commande pour lancer le client est tout simplement son nom :

```
mysql
```

Cependant cela ne suffit pas. Il vous faut également préciser un certain nombre de paramètres. Le client mysql a besoin d'au minimum trois paramètres :

- l'hôte : c'est-à-dire l'endroit où est localisé le serveur ;
- le nom d'utilisateur ;
- et le mot de passe de l'utilisateur.

L'hôte et l'utilisateur ont des valeurs par défaut, et ne sont donc pas toujours indispensables. La valeur par défaut de l'hôte est "localhost", ce qui signifie que le serveur est sur le même ordinateur que le client. C'est bien notre cas, donc nous n'aurons pas à préciser ce paramètre. Pour le nom d'utilisateur, la valeur par défaut dépend de votre système. Sous Windows, l'utilisateur courant est "ODBC", tandis que pour les systèmes Unix (Mac et Linux), il s'agit de votre nom d'utilisateur (le nom qui apparaît dans l'invite de commande).

Pour votre première connexion à MySQL, il faudra vous connecter avec l'utilisateur "root", pour lequel vous avez normalement défini un mot de passe (si vous ne l'avez pas fait, inutile d'utiliser ce paramètre, mais ce n'est pas très sécurisé). Par la suite, nous créerons un nouvel utilisateur.
Pour chacun des trois paramètres, deux syntaxes sont possibles :

```
########
# Hôte #
########

--hote=nom_hote

# ou

-h nom_hote

########
# User #
########

--user=nom_utilisateur

# ou

-u nom_utilisateur

################
# Mot de passe #
################

--password=password

# ou

-ppassword
```

Remarquez l'absence d'espace entre et le mot de passe. C'est

voulu (mais uniquement pour ce paramètre-là), et souvent source d'erreurs.
La commande complète pour se connecter est donc :

```
mysql -h localhost -u root -pmotdepassetopsecret

# ou

mysql --host=localhost --user=root --
password=motdepassetopsecret

# ou un mélange des paramètres courts et longs si
ça vous amuse

mysql -h localhost --user=root -
pmotdepassetopsecret
```

J'utiliserai uniquement les paramètres courts à partir de maintenant. Choisissez ce qui vous convient le mieux.
Notez que pour le mot de passe, il est possible (et c'est même très conseillé) de préciser uniquement que vous utilisez le paramètre, sans lui donner de valeur :

```
mysql -h localhost -u root -p
```

Apparaissent alors dans la console les mots suivants :

```
Enter password:
```

Tapez donc votre mot de passe, et là, vous pouvez constater que les lettres que vous tapez ne s'affichent pas. C'est normal, cessez donc de martyriser votre clavier, il n'y peut rien le pauvre. Cela permet simplement de cacher votre mot de passe à d'éventuels curieux qui regarderaient par-dessus votre épaule.
Donc pour résumer, pour me connecter à mysql, je tape la

commande suivante :

```
mysql -u root -p
```

J'ai omis l'hôte, puisque mon serveur est sur mon ordinateur. Je n'ai plus qu'à taper mon mot de passe et je suis connecté.

Déconnexion

Pour se déconnecter du client, il suffit d'utiliser la commande
ou .

Syntaxe SQL et premières commandes

Maintenant que vous savez vous connecter, vous allez enfin pouvoir discuter avec le serveur MySQL (en langage SQL évidemment). Donc, reconnectez-vous si vous êtes déconnectés.
Vous pouvez constater que vous êtes connectés grâce au joli (quoiqu'un peu formel) message de bienvenue, ainsi qu'au changement de l'invite de commande. On voit maintenant .

"Hello World !"

Traditionnellement, lorsque l'on apprend un langage informatique, la première chose que l'on fait, c'est afficher le célèbre message "Hello World !". Pour ne pas déroger à la règle, je vous propose de taper la commande suivante (sans oublier le ; à la fin) :

```
SELECT 'Hello World !';
```

`SELECT` est la commande qui permet la sélection de données, mais aussi l'affichage. Vous devriez donc voir s'afficher "Hello World !"

Comme vous le voyez, "Hello World !" s'affiche en réalité deux fois. C'est parce que MySQL représente les données sous forme de table. Il affiche donc une table avec une colonne, qu'il appelle "Hello World !" faute de meilleure information. Et dans cette table nous avons une ligne de données, le "Hello World !" que nous avons demandé.

Syntaxe

Avant d'aller plus loin, voici quelques règles générales à retenir concernant le SQL qui, comme tout langage informatique, obéit à des règles syntaxiques très strictes.

Fin d'une instruction

Pour signifier à MySQL qu'une instruction est terminée, il faut mettre le caractère ;. Tant qu'il ne rencontre pas ce caractère, le client MySQL pense que vous n'avez pas fini d'écrire votre commande et attend gentiment que vous continuiez.
Par exemple, la commande suivante devrait afficher 100. Mais tant que MySQL ne recevra pas de ;, il attendra simplement la suite.

```
SELECT 100
```

En appuyant sur la touche Entrée vous passez à la ligne suivante, mais la commande ne s'effectue pas. Remarquez au passage le changement dans l'invite de commande. signifie que vous allez entrer une commande, tandis que signifie que vous allez entrer la suite d'une commande commencée précédemment.

Tapez maintenant ; puis appuyer sur Entrée. Ca y est, la commande est envoyée, l'affichage se fait !
Ce caractère de fin d'instruction obligatoire va vous permettre :

- d'écrire une instruction sur plusieurs lignes ;
- d'écrire plusieurs instructions sur une seule ligne.

Commentaires

Les commentaires sont des parties de code qui ne sont pas interprétées. Ils servent principalement à vous repérer dans votre code. En SQL, les commentaires sont introduits par -- (deux tirets). Cependant, MySQL déroge un peu à la règle SQL et accepte deux syntaxes :

- # : tout ce qui suit ce caractère sera considéré comme commentaire
- -- : la syntaxe normale est acceptée **uniquement** si les deux tirets sont suivis d'une espace au moins

Afin de suivre au maximum la norme SQL, ce sont les -- qui seront utilisés tout au long de ce tutoriel.

Chaînes de caractères

Lorsque vous écrivez une chaîne de caractères dans une commande SQL, il faut absolument l'entourer de guillemets simples (donc des apostrophes).

MySQL permet également l'utilisation des guillemets doubles, mais ce n'est pas le cas de la plupart des SGBDR. Histoire de ne pas prendre de mauvaises habitudes, je vous conseille donc de n'utiliser que les guillemets simples pour délimiter vos chaînes de caractères.

Exemple : la commande suivante sert à afficher "Bonjour petit Zéro !"

```
SELECT 'Bonjour petit Zéro !';
```

Par ailleurs, si vous désirez utiliser un caractère spécial dans une chaîne, il vous faudra l'échapper avec \. Par exemple, si vous entourez votre chaîne de caractères de guillemets simples mais voulez utiliser un tel guillemet à l'intérieur de votre chaîne :

```
SELECT 'Salut l'ami';  -- Pas bien !
SELECT 'Salut l\'ami'; -- Bien !
```

Quelques autres caractères spéciaux :

\n	retour à la ligne
\t	tabulation
\	antislash (eh oui, il faut échapper le caractère d'échappement...)
%	pourcent (vous verrez pourquoi plus tard)
_	souligné (vous verrez pourquoi plus tard aussi)

Cette manière d'échapper les caractères spéciaux (avec \) est propre à MySQL. D'autres SGBDR demanderont qu'on leur précise quel caractère sert à l'échappement ; d'autres encore demanderont de doubler le caractère spécial pour l'échapper. Soyez donc prudent et renseignez-vous si vous n'utilisez pas MySQL.

Notez que pour échapper un guillemet simple (et uniquement ce caractère), vous pouvez également l'écrire deux fois. Cette façon d'échapper les guillemets correspond d'ailleurs à la norme SQL. Je vous encourage par conséquent à essayer de l'utiliser au maximum.

```
SELECT 'Salut l'ami';  -- ne fonctionne pas !
SELECT 'Salut l\'ami'; -- fonctionne !
SELECT 'Salut l''ami'; -- fonctionne aussi et correspond à la norme !
```

Un peu de math

MySQL est également doué en calcul :

```
SELECT (5+3)*2;
```

Pas de guillemets ici puisqu'il s'agit de nombres. MySQL calcule pour nous et nous affiche le résultat :

(5+3)*2
16

MySQL est sensible à la priorité des opérations, comme vous pourrez le constater en tapant cette commande :

```
SELECT (5+3)*2, 5+3*2;
```

Résultat :

(5+3)*2	5+3*2
16	11

Utilisateur

Il n'est pas très conseillé de travailler en tant que "root" dans MySQL, à moins d'en avoir spécifiquement besoin. En effet, "root" a tous les droits. Ce qui signifie que vous pouvez faire n'importe quelle bêtise dans n'importe quelle base de données pendant que j'ai le dos tourné. Pour éviter ça, nous allons créer un nouvel utilisateur, qui aura des droits très restreints. Je l'appellerai "sdz", mais libre à vous de lui donner le nom que vous préférez. Pour ceux qui sont sous Unix, notez que si vous créez un utilisateur du même nom que votre utilisateur Unix, vous pourrez dès lors omettre ce paramètre lors de votre connexion à mysql.
Je vous demande ici de me suivre aveuglément, car je ne vous donnerai que très peu d'explications. En effet, la gestion des droits et des utilisateurs fera l'objet d'un chapitre entier dans une prochaine partie du cours. Tapez donc cette commande dans mysql, en remplaçant sdz par le nom d'utilisateur que vous avez choisi, et mot_de_passe par le mot de passe que vous voulez lui attribuer :

```
GRANT ALL PRIVILEGES ON elevage.* TO 'sdz'@'localhost' IDENTIFIED BY
'mot_de_passe';
```

Je décortique donc rapidement :

- `GRANT ALL PRIVILEGES` : Cette commande permet d'attribuer tous les droits (c'est-à-dire insertions de données, sélections, modifications, suppressions…)
- `ON elevage.*` : définit les bases de données et les tables sur lesquelles ces droits sont acquis. Donc ici, on donne les droits sur la base "elevage" (qui n'existe pas encore, mais ce n'est pas grave, nous la créerons plus tard), pour toutes les tables de cette base (grâce à *).
- `TO 'sdz'` : définit l'utilisateur auquel on accorde ces droits. Si l'utilisateur n'existe pas, il est créé.
- `@'localhost'` : définit à partir d'où l'utilisateur peut exercer ces droits. Dans notre cas, 'localhost', donc il devra être connecté à partir de cet ordinateur.
- `IDENTIFIED BY 'mot_de_passe'`: définit le mot de passe de l'utilisateur.

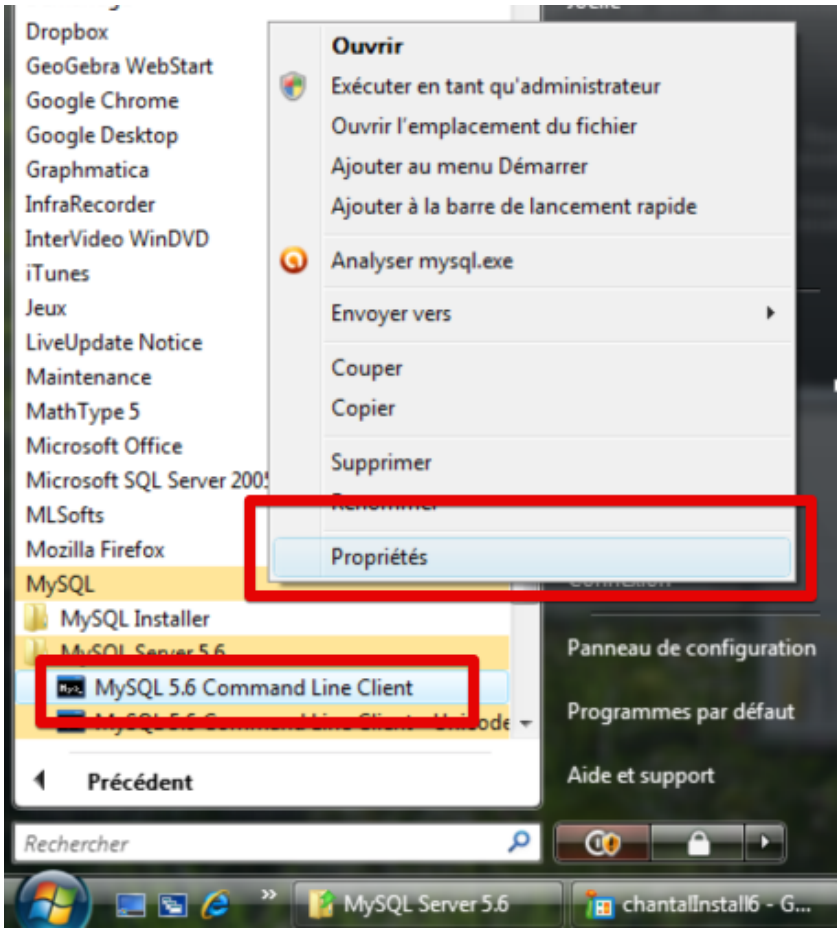
Pour vous connecter à mysql avec ce nouvel utilisateur, il faut donc taper la commande suivante (après s'être déconnecté bien sûr) :

```
mysql -u sdz -p
```

Le raccourci « MySQL Command Line » de Windows

Lorsqu'on installe MySQL sur Windows, un utilitaire « MySQL 5.6 Command Line Client » est installé automatiquement. Il s'agit en fait simplement d'un raccourci vers l'invite de commande, avec des options configurées pour démarrer mysql directement.
Pour voir ces options, faites un clic droit sur cet utilitaire, et cliquez sur « Propriétés ».
Dans le champ « Cible », on peut voir la configuration suivante

(dépend de la version de MySQL que vous avez installé) :
« C :\Program Files\MySQL\MySQL Server 5.6\bin\mysql.exe\fg « –default-file = C :\Pro- gram Files\MySQL\MySQL Server 5.6\my.ini » « -uroot » « -p ».



Raccourci MySQL Command Line Client

Cet utilitaire :

- démarre le programme client mysql;
- lui passe le fichier my.ini, qui est un fichier de configuration par défaut;
- avec le user «root»;
- en demandant le mot de passe ;

Vous pouvez donc passer par cet utiliaire pour vous connecter en un clic à MySQL. Pour changer d'utilisateur, modifiez la partie « -uroot » dans le champ « Cible », et remplacez root par votre utilisateur.

Encodage, jeux de caractères et interclassement

La table ASCII

Le processeur d'un ordinateur, c'est-à-dire le composant qui s'occupe de traiter les informations, exécuter les programmes, etc., ne comprend que les instructions formulées en **binaire** ; il ne peut que lire une suite d'éléments pouvant être dans deux états : 0 ou 1.
Donc, tous les programmes informatiques que vous pourriez écrire, toutes les instructions SQL, tous les fichiers, sont *in fine* traduits en code machine, donc une longue suite de 0 et de 1, pour pouvoir être lus ou exécutés. Chacun de ces 0 ou 1 est un **bit**. Ces bits sont regroupés par huit pour former un **octet**.
L'ordinateur ne connaît donc pas la notion de caractères. Il ne sait pas ce qu'est un "A", ou un "è". Il a donc fallu créer une **table de conversion** pour traduire les caractères de la langue courante en une série de bits. La table **ASCII** était née !
La table ASCII est donc une table de conversion, qui permet de **traduire en code binaire 128 caractères**, dont 33 caractères de contrôle (séparateur de fichier, saut de page, ...) et 95 caractères affichables. Les caractères affichables sont **les 26 lettres de l'alphabet, en majuscules et en minuscules, les 10 chiffres arabes et toute une série de caractères spéciaux** courants (#, ;,), <, ...).

De combien de bits avons-nous besoin pour stocker ces 128 caractères ?

Chaque bit peut prendre deux valeurs différentes. Donc avec 1 bit, je peux représenter 2 caractères. Avec 2 bits, je représente 2^2, donc 4 caractères. Et $128 = 2^7$. J'ai donc besoin de 7 bits pour pouvoir représenter toute ma table ASCII.
L'ordinateur travaillant sur des octets, on code donc la table ASCII sur un octet, avec le 8e bit à 0. "00110100" représente par exemple le caractère "4", "01001101" le caractère "M" (le premier bit étant celui de droite, le 8e celui de gauche).

Jeux de caractères

On s'est ensuite rendu compte que ces 128 caractères n'étaient pas suffisants. En effet, ils ne comprennent pas les caractères accentués ("é", "à"). Ils ne comprennent pas non plus tous les caractères cyrilliques, japonais, etc.
On a alors commencé à utiliser le huitième bit. Ce qui permettait de représenter 128 caractères supplémentaires (donc $2^8 = 256$ en tout).
Mais avec 128 caractères supplémentaires, on n'a pas de quoi représenter tous les caractères qui n'existent pas dans la table ASCII. On a donc créé plusieurs **jeux de caractères** différents.
Exemples :

- l'ISO 8859-1 (ou latin1) : qui permet de couvrir une bonne partie des langues d'Europe occidentale en ajoutant les lettres accentuées aux caractères ASCII de base ("å", "é", "ô", "ñ", ...)
- l'ISO 8859-7 : qui permet de représenter les lettres grecques
- l'ISO 8859-11 : qui contient une bonne partie des glyphes de la langue thaï
- l'ISO 8859-15 : qui est une révision de l'ISO 8859-1, et qui remplace quelques caractères peu utilisés par d'autres, plus nécessaires, comme l'euro ("€")

Dès lors, lorsque l'on crée un fichier, un programme ou autre, il faut préciser quel jeu de caractère (ou encodage) est utilisé.

L'UTF-8

Il restait un petit problème : comment faire des documents (ou autres) qui doivent utiliser plusieurs jeux de caractères différents ? On a donc créé un nouveau type d'encodage, permettant de représenter les caractères avec **deux octets** au lieu d'un. 16 bits donnent $2^{16} = 65536$ possibilités. On peut donc, en utilisant deux octets, représenter plus de 65000 caractères. Cet encodage s'appelle l'**UTF-8**.
Le désavantage d'un tel encodage est évidemment le **coût en mémoire**, deux octets prenant plus de place qu'un. Cependant, tous les caractères ne sont pas codés sur deux octets. S'il s'agit d'un caractère de base de la table ASCII, le 8^e bit est à 0, ce qui indique qu'il n'est codé que sur un octet. Par contre, lorsque le 8^e bit est à 1, cela indique qu'on a affaire à un caractère spécial et qu'il est codé sur deux octets.
Donc, en UTF-8, un "é" prendra plus de place qu'un "e" (deux octets au lieu d'un).

En quoi cela nous concerne-t-il ?

Je vous l'ai dit, il est nécessaire, pour tout fichier/programme/..., de préciser l'encodage utilisé. Je vous propose de choisir l'UTF-8.
A chaque connexion à MySQL, exécutez donc la commande suivante :

```
SET NAMES 'utf8';
```

Cette commande définit l'UTF-8 comme l'encodage dans lequel **les requêtes sont émises par le client**, ainsi que celui **utilisé par le serveur pour communiquer** avec le client.
Lors de la création de notre base de données dans un prochain chapitre, nous définirons également son encodage.

Il faut bien exécuter cette commande à chaque connexion !

Il est également possible d'ajouter une option lors de la connexion, pour éviter de devoir exécuter `SET NAMES`. En vous connectant de la

manière suivante, l'encodage sera défini à UTF-8 directement à la connexion :

```
mysql -u root -p --default-character-set=utf8
```

Interclassement

L'interclassement est **un ensemble de règles** qui vient s'ajouter à l'encodage. Pour chaque jeu de caractères, plusieurs interclassements peuvent exister, qui définissent deux choses :

- **l'ordre des caractères** : par exemple, l'ordre alphabétique. Lorsque l'on trie les données avec MySQL, le tri sera basé sur l'interclassement.
- **les équivalences de caractères** : on peut par exemple définir que les majuscules sont équivalentes aux minuscules (interclassement **insensible à la casse**). De sorte que si l'on recherche les données qui contienne "a", on trouve également celles qui contiennent "A".

Je vous propose de garder l'interclassement par défaut (qui est insensible à la casse).

En résumé

- MySQL peut s'utiliser en ligne de commande ou avec une interface graphique.
- Pour se connecter à MySQL en ligne de commande, on utilise : .
- Pour terminer une instruction SQL, on utilise le caractère ;.
- En SQL, les chaînes de caractères doivent être entourées de guillemets simples '.
- Lorsque l'on se connecte à MySQL, il faut définir l'encodage utilisé, soit directement dans la connexion avec l'option , soit avec la commande `SET NAMES`.

Chapitre 3

Les types de données

Nous avons vu dans l'introduction qu'une base de données contenait des **tables** qui, elles-mêmes sont organisées en **colonnes**, dans lesquelles sont stockées des données.
En SQL (et dans la plupart des langages informatiques), les données sont séparées en plusieurs **types** (par exemple : texte, nombre entier, date…). Lorsque l'on définit une colonne dans une table de la base, il faut donc lui donner un type, et toutes les données stockées dans cette colonne devront correspondre au type de la colonne. Nous allons donc voir les différents types de données existant dans MySQL.

Avertissement

Il est important de bien comprendre les usages et particularités de chaque type de données, afin de **choisir le meilleur type possible** lorsque vous définissez les colonnes de vos tables. En effet, choisir un mauvais type de données pourrait entraîner :

- un gaspillage de mémoire (ex. : si vous stockez de toutes petites données dans une colonne faite pour stocker de grosses quantités de données) ;
- des problèmes de performance (ex. : il est plus rapide de faire une recherche sur un nombre que sur une chaîne de caractères) ;
- un comportement contraire à celui attendu (ex. : trier sur un nombre stocké comme tel, ou sur un nombre stocké comme une chaîne de caractères ne donnera pas le même résultat) ;
- l'impossibilité d'utiliser des fonctionnalités propres à un type de données (ex. : stocker une date comme une chaîne de caractères vous prive des nombreuses fonctions temporelles disponibles).

Types numériques

On peut subdiviser les types numériques en deux sous-catégories : les nombres entiers, et les nombres décimaux.

Nombres entiers

Les types de données qui acceptent des nombres entiers comme valeur sont désignés par le mot-clé `INT`, et ses déclinaisons `TINYINT`, `SMALLINT`, `MEDIUMINT` et `BIGINT`. La différence entre ces types est le nombre d'octets (donc la place en mémoire) réservés à la valeur du champ. Voici un tableau reprenant ces informations, ainsi que l'intervalle dans lequel la valeur peut être comprise pour chaque type.

Type	Nombre d'octets	Minimum	Maximum
`TINYINT`	1	-128	127
`SMALLINT`	2	-32768	32767
`MEDIUMINT`	3	-8388608	8388607
`INT`	4	-2147483648	2147483647
`BIGINT`	8	-9223372036854775808	9223372036854775807

Si vous essayez de stocker une valeur en dehors de l'intervalle permis par le type de votre champ, MySQL stockera la valeur la plus proche. Par exemple, si vous essayez de stocker 12457 dans un TINYINT, la valeur stockée sera 127 ; ce qui n'est pas exactement pareil, vous en conviendrez. Réfléchissez donc bien aux types de vos champs.

L'attribut `UNSIGNED`

Vous pouvez également préciser que vos colonnes sont `UNSIGNED`, c'est-à-dire qu'on ne précise pas s'il s'agit d'une valeur positive ou négative (on aura donc toujours une valeur positive). Dans ce cas, la longueur de l'intervalle reste la même, mais les valeurs possibles sont décalées, le minimum valant 0. Pour les `TINYINT`, on pourra par exemple aller de 0 à 255.

Limiter la taille d'affichage et l'attribut `ZEROFILL`

Il est possible de préciser le nombre de chiffres minimum **à l'affichage** d'une colonne de type `INT` (ou un de ses dérivés). Il suffit alors de préciser ce nombre entre parenthèses : `INT(x)`. Notez bien que cela ne change pas les capacités de stockage dans la colonne. Si vous déclarez un `INT(2)`, vous pourrez toujours y stocker 45282 par exemple. Simplement, si vous stockez un nombre

avec un nombre de chiffres inférieur au nombre défini, le caractère par défaut sera ajouté à gauche du chiffre, pour qu'il prenne la bonne taille. Sans précision, le caractère par défaut est l'espace.

Soyez prudents cependant. Si vous stockez des nombres dépassant la taille d'affichage définie, il est possible que vous ayez des problèmes lors de l'utilisation de ces nombres, notamment pour des jointures.

Cette taille d'affichage est généralement utilisée en combinaison avec l'attribut `ZEROFILL`. Cet attribut ajoute des zéros à gauche du nombre lors de son affichage, il change donc le caractère par défaut par '0'. Donc, si vous déclarez une colonne comme étant

```
INT(4) ZEROFILL
```

Vous aurez l'affichage suivant :

Nombre stocké	Nombre affiché
45	0045
4156	4156
785164	785164

Nombres décimaux

Cinq mots-clés permettent de stocker des nombres décimaux dans une colonne : `DECIMAL`, `NUMERIC`, `FLOAT`, `REAL` et `DOUBLE`.

NUMERIC et DECIMAL

`NUMERIC` et `DECIMAL` sont équivalents et acceptent deux paramètres : la précision et l'échelle.

- La précision définit le nombre de chiffres significatifs stockés,

donc les 0 à gauche ne comptent pas. En effet 0024 est équivalent à 24. Il n'y a donc que deux chiffres significatifs dans 0024.
- L'échelle définit le nombre de chiffres après la virgule.

Dans un champ `DECIMAL(5,3)`, on peut donc stocker des nombres de 5 chiffres significatifs maximum, dont 3 chiffres sont après la virgule. Par exemple : 12.354, -54.258, 89.2 ou -56.
`DECIMAL(4)` équivaut à écrire `DECIMAL(4, 0)`.

En SQL pur, on ne peut pas stocker dans un champ DECIMAL(5,3) un nombre supérieur à 99.999, puisque le nombre ne peut avoir que deux chiffres avant la virgule (5 chiffres en tout, dont 3 après la virgule, 5-3 = 2 avant). Cependant, MySQL permet en réalité de stocker des nombres allant jusqu'à 999.999. En effet, dans le cas de nombres positifs, MySQL utilise l'octet qui sert à stocker le signe - pour stocker un chiffre supplémentaire.

Comme pour les nombres entiers, si l'on entre un nombre qui n'est pas dans l'intervalle supporté par la colonne, MySQL le remplacera par le plus proche supporté. Donc si la colonne est définie comme un `DECIMAL(5,3)` et que le nombre est trop loin dans les positifs (1012,43 par exemple), 999.999 sera stocké, et -99.999 si le nombre est trop loin dans les négatifs.
S'il y a trop de chiffres après la virgule, MySQL arrondira à l'échelle définie.

FLOAT, DOUBLE et REAL

Le mot-clé `FLOAT` peut s'utiliser sans paramètre, auquel cas quatre octets sont utilisés pour stocker les valeurs de la colonne. Il est

cependant possible de spécifier une précision et une échelle, de la même manière que pour `DECIMAL` et `NUMERIC`.
Quant à `REAL` et `DOUBLE`, ils ne supportent pas de paramètres. `DOUBLE` est normalement plus précis que `REAL` (stockage dans 8 octets contre stockage dans 4 octets), mais ce n'est pas le cas avec MySQL qui utilise 8 octets dans les deux cas. Je vous conseille donc d'utiliser `DOUBLE` pour éviter les surprises en cas de changement de SGBDR.

Valeurs exactes vs. valeurs approchées

Les nombres stockés en tant que `NUMERIC` ou `DECIMAL` sont stockés sous forme de chaînes de caractères. Par conséquent, c'est la valeur exacte qui est stockée. Par contre, les types `FLOAT`, `DOUBLE` et `REAL` sont stockés sous forme de nombres, et c'est une valeur approchée qui est stockée.
Cela signifie que si vous stockez par exemple 56,6789 dans une colonne de type `FLOAT`, en réalité, MySQL stockera une valeur qui se rapproche de 56,6789 (par exemple, 56,6789000000000000001). Cela peut poser problème pour des comparaison notamment (56,6789000000000000001 n'étant pas égal à 56,6789). S'il est nécessaire de conserver la précision exacte de vos données (l'exemple type est celui des données bancaires), il est donc conseillé d'utiliser un type numérique à valeur exacte (`NUMERIC` ou `DECIMAL` donc).

La documentation anglaise de MySQL donne des exemples de problèmes rencontrés avec les valeurs approchées. N'hésitez pas à y faire un tour si vous pensez pouvoir être concernés par ce problème, ou si vous êtes simplement curieux.

Types alphanumériques

Chaînes de type texte

CHAR et VARCHAR

Pour stocker un texte relativement court (moins de 255 octets), vous pouvez utiliser les types `CHAR` et `VARCHAR`. Ces deux types s'utilisent avec un paramètre qui précise la taille que peut prendre votre texte (entre 1 et 255). La différence entre `CHAR` et `VARCHAR` est la manière dont ils sont stockés en mémoire. Un `CHAR(x)` stockera toujours *x* octets, en remplissant si nécessaire le texte avec des espaces vides pour le compléter, tandis qu'un `VARCHAR(x)` stockera jusqu'à *x* octets (entre 0 et *x*), et stockera en plus en mémoire la taille du texte stocké.
Si vous entrez un texte plus long que la taille maximale définie pour le champ, celui-ci sera tronqué.

Je parle ici en octets, et non en caractères pour ce qui est de la taille des champs. C'est important : si la plupart des caractères sont stockés en mémoire sur un seul octet, ce n'est pas toujours le cas. Par exemple, lorsque l'on utilise l'encodage UTF-8, les caractères accentués (é, è, ...) sont codés sur deux octets.

Petit tableau explicatif, en prenant l'exemple d'un `CHAR` ou d'un `VARCHAR` de 5 octets maximum :

Texte	CHAR(5)	Mémoire requise	VARCHAR(5)	Mémoire requise
''	' '	5 octets	''	1 octet
'tex'	'tex '	5 octets	'tex'	4 octets
'texte'	'texte'	5 octets	'texte'	6 octets
'texte trop long'	'texte'	5 octets	'texte'	6 octets

Vous voyez donc que dans le cas où le texte fait la longueur

maximale autorisée, un `CHAR(x)` prend moins de place en mémoire qu'un `VARCHAR(x)`. Préférez donc le `CHAR(x)` dans le cas où vous savez que vous aurez toujours *x* octets (par exemple si vous stockez un code postal). Par contre, si la longueur de votre texte risque de varier d'une ligne à l'autre, définissez votre colonne comme un `VARCHAR(x)`.

TEXT

Et si je veux pouvoir stocker des textes de plus de 255 octets ?

Il suffit alors d'utiliser le type `TEXT`, ou un de ses dérivés `TINYTEXT`, `MEDIUMTEXT` ou `LONGTEXT`. La différence entre ceux-ci étant la place qu'ils permettent d'occuper en mémoire. Petit tableau habituel :

Type	Longueur maximale	Mémoire occupée
`TINYTEXT`	2^8 octets	Longueur de la chaîne + 1 octet
`TEXT`	2^16 octets	Longueur de la chaîne + 2 octets
`MEDIUMTEXT`	2^24 octets	Longueur de la chaîne + 3 octets
`LONGTEXT`	2^32 octets	Longueur de la chaîne + 4 octets

Chaînes de type binaire

Comme les chaînes de type texte que l'on vient de voir, une chaîne binaire n'est rien d'autre qu'une suite de caractères.
Cependant, si les textes sont affectés par l'encodage et l'interclassement, ce n'est pas le cas des chaînes binaires. Une chaîne binaire n'est rien d'autre qu'une suite d'octets. Aucune interprétation n'est faite sur ces octets. Ceci a deux conséquences principales.

- Une chaîne binaire traite directement l'octet, et pas le caractère que l'octet représente. Donc par exemple, une

recherche sur une chaîne binaire sera toujours sensible à la casse, puisque "A" (code binaire : 01000001) sera toujours différent de "a" (code binaire : 01100001).
- Tous les caractères sont utilisables, y compris les fameux caractères de contrôle non-affichables définis dans la table ASCII.

Par conséquent, les types binaires sont parfaits pour stocker des données "brutes" comme des images par exemple, tandis que les chaînes de texte sont parfaites pour stocker...du texte !
Les types binaires sont définis de la même façon que les types de chaînes de texte. `VARBINARY(x)` et `BINARY(x)` permettent de stocker des chaînes binaires de *x* caractères maximum (avec une gestion de la mémoire identique à `VARCHAR(x)` et `CHAR(x)`). Pour les chaînes plus longues, il existe les types `TINYBLOB`, `BLOB`, `MEDIUMBLOB` et `LONGBLOB`, également avec les mêmes limites de stockage que les types `TEXT`.

SET et ENUM

ENUM

Une colonne de type `ENUM` est une colonne pour laquelle on définit un certain nombre de valeurs autorisées, de type "chaîne de caractère". Par exemple, si l'on définit une colonne *especе* (pour une espèce animale) de la manière suivante :

```
espece ENUM('chat', 'chien', 'tortue')
```

La colonne *espece* pourra alors contenir les chaînes "chat", "chien" ou "tortue", mais pas les chaînes "lapin" ou "cheval".
En plus de "chat", "chien" et "tortue", la colonne *espece* pourrait prendre deux autres valeurs :

- si vous essayez d'introduire une chaîne non-autorisée, MySQL stockera une chaîne vide `''` dans le champ ;
- si vous autorisez le champ à ne pas contenir de valeur (vous

verrez comment faire ça dans le chapitre sur la création des tables), le champ contiendra `NULL`, qui correspond à "pas de valeur" en SQL (et dans beaucoup de langages informatiques).

Pour remplir un champ de type `ENUM`, deux possibilités s'offrent à vous :

- soit remplir directement avec la valeur choisie ("chat", "chien" ou "tortue" dans notre exemple) ;
- soit utiliser l'index de la valeur, c'est-à-dire le nombre associé par MySQL à la valeur. Ce nombre est compris entre 1 et le nombre de valeurs définies. L'index est attribué selon l'ordre dans lequel les valeurs ont été données lors de la création du champ. De plus, la chaîne vide (stockée en cas de valeur non-autorisée) correspond à l'index 0. Le tableau suivant reprend les valeurs d'index pour notre exemple précédent : le champ *espece*.

Valeur	Index
''	0
'chat'	1
'chien'	2
'tortue'	3

Afin que tout soit bien clair : si vous voulez stocker "chien" dans votre champ, vous pouvez donc y insérer "chien" ou insérer 2 (sans guillemets, il s'agit d'un nombre, pas d'un caractère).

Un ENUM peut avoir maximum 65535 valeurs possibles

SET

`SET` est fort semblable à `ENUM`. Une colonne `SET` est en effet une colonne qui permet de stocker une chaîne de caractères dont les valeurs possibles sont prédéfinies par l'utilisateur. La différence avec `ENUM`, c'est qu'on peut stocker dans la colonne entre 0 et *x* valeur(s), *x* étant le nombre de valeurs autorisées.
Donc, si l'on définit une colonne de type `SET` de la manière suivante :

```
espece SET('chat', 'chien', 'tortue')
```

On pourra stocker dans cette colonne :

- `''` (chaîne vide) ;
- `'chat'` ;
- `'chat,tortue'` ;
- `'chat,chien,tortue'` ;
- `'chien,tortue'` ;
- ...

Vous remarquerez que lorsqu'on stocke plusieurs valeurs, il faut les séparer par une virgule, sans espace et entourer la totalité des valeurs par des guillemets (non pas chaque valeur séparément). Par conséquent, les valeurs autorisées d'une colonne `SET` ne peuvent pas contenir de virgule elles-mêmes.

On ne peut pas stocker la même valeur plusieurs fois dans un SET. "chien,chien" par exemple, n'est donc pas valable.

Les colonnes `SET` utilisent également un système d'index, quoiqu'un peu plus complexe que pour le type `ENUM`. `SET` utilise en effet un système d'index binaire. Concrètement, la présence/absence des valeurs autorisées va être enregistrée sous forme de bits, mis à 1 si la valeur correspondante est présente, à 0 si la valeur correspondante est absente.
Si l'on reprend notre exemple, on a donc :

```
espece SET('chat', 'chien', 'tortue')
```

Trois valeurs sont autorisées. Il nous faut donc trois bits pour savoir quelles valeurs sont stockées dans le champ. Le premier, à droite, correspondra à "chat", le second (au milieu) à "chien" et le dernier (à gauche) à "tortue".

- 000 signifie qu'aucune valeur n'est présente.
- 001 signifie que 'chat' est présent.

- 100 signifie que 'tortue' est présent.
- 110 signifie que 'chien' et 'tortue' sont présents.
- ...

Par ailleurs, ces suites de bits représentent des nombres en binaire convertibles en décimal. Ainsi 000 en binaire correspond à 0 en nombre décimal, 001 correspond à 1, 010 correspond à 2, 011 à 3... Puisque j'aime bien les tableaux, je vous en fais un, ce sera peut-être plus clair.

Valeur	Binaire	Décimal
'chat'	001	1
'chien'	010	2
'tortue'	100	4

Pour stocker 'chat' et 'tortue' dans un champ, on peut donc utiliser 'chat,tortue' ou 101 (addition des nombres binaires correspondants) ou 5 (addition des nombres décimaux correspondants).
Notez que cette utilisation des binaires a pour conséquence que l'ordre dans lequel vous rentrez vos valeurs n'a pas d'importance. Que vous écriviez 'chat,tortue' ou 'tortue,chat' ne fait aucune différence. Lorsque vous récupérerez votre champ, vous aurez 'chat,tortue' (dans le même ordre que lors de la définition du champ).

Un champ de type SET peut avoir au plus 64 valeurs définies

Avertissement

`SET` et `ENUM` sont des types **propres à MySQL**. Ils sont donc à utiliser avec une grande prudence !

Pourquoi avoir inventé ces types propres à MySQL ?

La plupart des SGBD implémentent ce qu'on appelle des contraintes d'assertions, qui permettent de définir les valeurs que peuvent prendre une colonne (par exemple, on pourrait définir une

contrainte pour une colonne contenant un âge, devant être compris entre 0 et 130).
MySQL n'implémente pas ce type de contrainte et a par conséquent créé deux types de données spécifiques (`SET` et `ENUM`), pour pallier en partie ce manque.

Dans quelles situations faut-il utiliser ENUM ou SET ?

La meilleure réponse à cette question est : **jamais !** Je déconseille fortement l'utilisation des `SET` et des `ENUM`. Je vous ai présenté ces deux types par souci d'exhaustivité, mais il faut toujours éviter autant que possible les fonctionnalités propres à un seul SGBD. Ceci afin d'éviter les problèmes si un jour vous voulez en utiliser un autre.
Mais ce n'est pas la seule raison. Imaginez que vous vouliez utiliser un `ENUM` ou un `SET` pour un système de catégories. Vous avez donc des éléments qui peuvent appartenir à une catégorie (dans ce cas, vous utilisez une colonne `ENUM` pour la catégorie) ou appartenir à plusieurs catégories (et vous utilisez `SET`).

```
categorie ENUM("Soupes", "Viandes", "Tarte", "Dessert")
categorie SET("Soupes", "Viandes", "Tarte", "Dessert")
```

Tout se passe plutôt bien tant que vos éléments appartiennent aux catégories que vous avez définies au départ. Et puis tout à coup, vous vous retrouvez avec un élément qui ne correspond à aucune de vos catégories, mais qui devrait plutôt se trouver dans la catégorie "Entrées". Avec `SET` ou `ENUM`, il vous faut modifier la colonne *categorie* pour ajouter "Entrées" aux valeurs possibles. Or, une des règles de base à respecter lorsque l'on conçoit une base de données, est que **la structure de la base (donc les tables, les colonnes) ne doit pas changer lorsque l'on ajoute des données**. Par conséquent, tout ce qui est susceptible de changer doit être une donnée, et non faire partie de la structure de la base.
Il existe deux solutions pour éviter les `ENUM`, et une solution pour éviter les `SET`.
Pour éviter `ENUM`

- Vous pouvez faire de la colonne *categorie* une simple colonne

`VARCHAR(100)`. Le désavantage est que vous ne pouvez pas limiter les valeurs entrées dans cette colonne. Cette vérification pourra éventuellement se faire à un autre niveau (par exemple au niveau du PHP si vous faites un site web avec PHP et MySQL).
- Vous pouvez aussi ajouter une table *Categorie* qui reprendra toutes les catégories possibles. Dans la table des éléments, il suffira alors de stocker une référence vers la catégorie de l'élément.

Pour éviter `SET`
La solution consiste en la création de deux tables : une table *Categorie*, qui reprend les catégories possibles, et une table qui lie les éléments aux catégories auxquels ils appartiennent.

Types temporels

Pour les données temporelles, MySQL dispose de cinq types qui permettent, lorsqu'ils sont bien utilisés, de faire énormément de choses.
Avant d'entrer dans le vif du sujet, une petite remarque importante : lorsque vous stockez une date dans MySQL, certaines vérifications sont faites sur la validité de la date entrée. Cependant, ce sont des vérifications de base : le jour doit être compris entre 1 et 31 et le mois entre 1 et 12. Il vous est tout à fait possible d'entrer une date telle que le 31 février 2011. Soyez donc prudents avec les dates que vous entrez et récupérez.
Les cinq types temporels de MySQL sont `DATE`, `DATETIME`, `TIME`, `TIMESTAMP` et `YEAR`.

DATE, TIME et DATETIME

Comme son nom l'indique, `DATE` sert à stocker une date. `TIME` sert quant à lui à stocker une heure, et `DATETIME` stocke...une date ET

une heure !

DATE

Pour entrer une date, l'ordre des données est la seule contrainte. Il faut donner d'abord l'année (deux ou quatre chiffres), ensuite le mois (deux chiffres) et pour finir, le jour (deux chiffres), sous forme de nombre ou de chaîne de caractères. S'il s'agit d'une chaîne de caractères, n'importe quelle ponctuation peut être utilisée pour délimiter les parties (ou aucune). Voici quelques exemples d'expressions correctes (A représente les années, M les mois et J les jours) :

- `'AAAA-MM-JJ'` (c'est sous ce format-ci qu'une `DATE` est stockée dans MySQL)
- `'AAMMJJ'`
- `'AAAA/MM/JJ'`
- `'AA+MM+JJ'`
- `'AAAA%MM%JJ'`
- `AAAAMMJJ` (nombre)
- `AAMMJJ` (nombre)

L'année peut donc être donnée avec deux ou quatre chiffres. Dans ce cas, le siècle n'est pas précisé, et c'est MySQL qui va décider de ce qu'il utilisera, selon ces critères :

- si l'année donnée est entre 00 et 69, on utilisera le 21e siècle, on ira donc de 2000 à 2069 ;
- par contre, si l'année est comprise entre 70 et 99, on utilisera le 20e siècle, donc entre 1970 et 1999.

MySQL supporte des DATE allant de '1001-01-01' à '9999-12-31'

DATETIME

Très proche de `DATE`, ce type permet de stocker une heure, en plus d'une date. Pour entrer un `DATETIME`, c'est le même principe que pour `DATE` : pour la date, année-mois-jour, et pour l'heure, il faut donner d'abord l'heure, ensuite les minutes, puis les secondes. Si on

utilise une chaîne de caractères, il faut séparer la date et l'heure par une espace. Quelques exemples corrects (H représente les heures, M les minutes et S les secondes) :

- `'AAAA-MM-JJ HH:MM:SS'` (c'est sous ce format-ci qu'un `DATETIME` est stocké dans MySQL)
- `'AA*MM*JJ HH+MM+SS'`
- `AAAAMMJJHHMMSS` (nombre)

MySQL supporte des DATETIME allant de '1001-01-01 00:00:00' à '9999-12-31 23:59:59'

TIME

Le type `TIME` est un peu plus compliqué, puisqu'il permet non seulement de stocker une heure précise, mais aussi un intervalle de temps. On n'est donc pas limité à 24 heures, et il est même possible de stocker un nombre de jours ou un intervalle négatif. Comme dans `DATETIME`, il faut d'abord donner l'heure, puis les minutes, puis les secondes, chaque partie pouvant être séparée des autres par le caractère :. Dans le cas où l'on précise également un nombre de jours, alors les jours sont en premier et séparés du reste par une espace. Exemples :

- `'HH:MM:SS'`
- `'HHH:MM:SS'`
- `'MM:SS'`
- `'J HH:MM:SS'`
- `'HHMMSS'`
- `HHMMSS` (nombre)

MySQL supporte des TIME allant de '-838:59:59' à '838:59:59'

YEAR

Si vous n'avez besoin de retenir que l'année, `YEAR` est un type intéressant car il ne prend qu'un seul octet en mémoire. Cependant, un octet ne pouvant contenir que 256 valeurs différentes, `YEAR` est fortement limité : on ne peut y stocker que des années entre 1901 et 2155. Ceci dit, ça devrait suffire à la majorité d'entre vous pour au moins les cent prochaines années.
On peut entrer une donnée de type `YEAR` sous forme de chaîne de caractères ou d'entiers, avec 2 ou 4 chiffres. Si l'on ne précise que deux chiffres, le siècle est ajouté par MySQL selon les mêmes critères que pour `DATE` et `DATETIME`, **à une exception près** : si l'on entre 00 (un entier donc), il sera interprété comme la valeur par défaut de `YEAR` 0000. Par contre, si l'on entre `'00'` (une chaîne de caractères), elle sera bien interprétée comme l'année 2000.
Plus de précisions sur les valeurs par défaut des types temporels dans quelques instants !

TIMESTAMP

Par définition, le timestamp d'une date est le nombre de secondes écoulées depuis le 1er janvier 1970, 0h0min0s (TUC) et la date en question.
Les timestamps étant stockés sur 4 octets, il existe une limite supérieure : le 19 janvier 2038 à 3h14min7s. Par conséquent, vérifiez bien que vous êtes dans l'intervalle de validité avant d'utiliser un timestamp.
Le type `TIMESTAMP` de MySQL est cependant un peu particulier.
Prenons par exemple le 4 octobre 2011, à 21h05min51s.
Entre cette date et le 1er janvier 1970, 0h0min0s, il s'est écoulé exactement 1317755151 secondes. Le nombre 1317755151 est donc, par définition, le timestamp de cette date du 4 octobre 2011, 21h05min51s.
Pourtant, pour stocker cette date dans un `TIMESTAMP` SQL, ce n'est pas 1317755151 qu'on utilisera, mais 20111004210551. C'est-à-dire l'équivalent, au format numérique, du `DATETIME '2011-10-04 21:05:51'`.
Le `TIMESTAMP` SQL n'a donc de timestamp que le nom. Il ne sert pas à stocker un nombre de secondes, mais bien une date sous format

numérique AAAAMMJJHHMMSS (alors qu'un `DATETIME` est donc stocké sous forme de chaîne de caractères).
Il n'est donc pas possible de stocker un "vrai" timestamp dans une colonne de type `TIMESTAMP`. C'est évidemment contre-intuitif, et source d'erreur.
Notez que malgré cela, le `TIMESTAMP` SQL a les même limites qu'un vrai timestamp : il n'acceptera que des date entre le 1e janvier 1970 à 00h00min00s et le 19 janvier 2038 à 3h14min7s.

La date par défaut

Lorsque MySQL rencontre une date/heure incorrecte, ou qui n'est pas dans l'intervalle de validité du champ, la valeur par défaut est stockée à la place. Il s'agit de la valeur "zéro" du type. On peut se référer à cette valeur par défaut en utilisant `'0'` (caractère), 0 (nombre) ou la représentation du "zéro" correspondant au type de la colonne (voir tableau ci-dessous).

Type	Date par défaut ("zéro")
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
TIMESTAMP	00000000000000

Une exception toutefois, si vous insérez un `TIME` qui dépasse l'intervalle de validité, MySQL ne le remplacera pas par le "zéro", mais par la plus proche valeur appartenant à l'intervalle de validité (-838:59:59 ou 838:59:59).

En résumé

- MySQL définit plusieurs types de données : des numériques entiers, des numériques décimaux, des textes alphanumériques, des chaînes binaires alphanumériques et des données temporelles.
- Il est important de toujours utiliser le type de données adapté à la situation.
- `SET` et `ENUM` sont des types de données qui n'existent que chez

MySQL. Il vaut donc mieux éviter de les utiliser.

Chapitre 4

Création d'une base de données

Ça y est, le temps est venu d'écrire vos premières lignes de commande.
Dans ce chapitre plutôt court, je vous donnerai pour commencer quelques conseils indispensables. Ensuite, je vous présenterai la problématique sur laquelle nous allons travailler tout au long de ce tutoriel : la base de données d'un élevage d'animaux.
Pour finir, nous verrons comment créer et supprimer une base de données.
La partie purement théorique est donc bientôt finie. Gardez la tête et les mains à l'intérieur du véhicule. C'est parti !

Avant-propos : conseils et conventions

Conseils

Noms de tables et de colonnes

N'utilisez jamais, au grand jamais, d'espaces ou d'accents dans vos noms de bases, tables ou colonnes. Au lieu d'avoir une colonne "date de naissance", préférez "date_de_naissance" ou "date_naissance". Et au lieu d'avoir une colonne "prénom", utilisez "prenom". Avouez que ça reste lisible, et ça vous évitera pas mal d'ennuis.
Évitez également d'utiliser des mots réservés comme nom de colonnes/tables/bases. Par "mot réservé", j'entends un mot-clé SQL, donc un mot qui sert à définir quelque chose dans le langage SQL. Vous trouverez une liste exhaustive des mots réservés dans la documentation officielle. Parmi les plus fréquents : `date`, `text`, `type`. Ajoutez donc une précision à vos noms dans ces cas-là (date_naissance, text_article ou type_personnage par exemple). Notez que MySQL permet l'utilisation de mots-clés comme noms de tables ou de colonnes, à condition que ce nom soit entouré de ` (accent grave/backquote). Cependant, ceci est propre à MySQL et ne devrait pas être utilisé.

Soyez cohérents

Vous vous y retrouverez bien mieux si vous restez cohérents dans votre base. Par exemple, mettez tous vos noms de tables au singulier, ou au contraire au pluriel. Choisissez, mais tenez-vous-y. Même chose pour les noms de colonnes. Et lorsqu'un nom de table ou de colonne nécessite plusieurs mots, séparez les toujours avec '_' (ex : date_naissance) ou bien toujours avec une majuscule (ex : dateNaissance).

Ce ne sont que quelques exemples de situations dans lesquelles vous devez décider d'une marche à suivre, et la garder tout au long de votre projet (voire pour tous vos projets futurs). Vous gagnerez énormément de temps en prenant de telles habitudes.

Conventions

Mots-clés

Une convention largement répandue veut que les commandes et mots-clés SQL soient écrits complètement en majuscules. Je respecterai cette convention et vous encourage à le faire également. Il est plus facile de relire une commande de 5 lignes lorsqu'on peut différencier au premier coup d'œil les commandes SQL des noms de tables et de colonnes.

Noms de bases, de tables et de colonnes

Je viens de vous dire que les mots-clés SQL seront écrits en majuscule pour les différencier du reste, donc évidemment, les noms de bases, tables et colonnes seront écrits en minuscule. Toutefois, par habitude et parce que je trouve cela plus clair, je mettrai une majuscule à la première lettre de mes noms de tables (et uniquement pour les tables : ni pour la base de données ni pour les colonnes). Notez que MySQL n'est pas nécessairement sensible à la casse en ce qui concerne les noms de tables et de colonnes. En fait, il est très probable que si vous travaillez sous Windows, MySQL ne soit pas sensible à la casse pour les noms de tables et de colonnes. Sous Mac et Linux par contre, c'est le contraire qui est le plus probable.
Quoi qu'il en soit, j'utiliserai des majuscules pour la première lettre de mes noms de tables. Libre à vous de me suivre ou non.

Options facultatives

Lorsque je commencerai à vous montrer les commandes SQL à

utiliser pour interagir avec votre base de données, vous verrez que certaines commandes ont des options facultatives. Dans ces cas-là, j'utiliserai des crochets [ ] pour indiquer ce qui est facultatif. La même convention est utilisée dans la documentation officielle MySQL (et dans beaucoup d'autres documentations d'ailleurs). La requête suivante signifie donc que vous pouvez commander votre glace vanille toute seule, ou avec du chocolat, ou avec de la chantilly, ou avec du chocolat ET de la chantilly.

```
COMMANDE glace vanille [avec chocolat] [avec chantilly]
```

Mise en situation

Histoire que nous soyons sur la même longueur d'onde, je vous propose de baser le cours sur une problématique bien précise. Nous allons créer une base de données qui permettra de gérer un élevage d'animaux. Pourquoi un élevage ? Tout simplement parce que j'ai dû moi-même créer une telle base pour le laboratoire de biologie pour lequel je travaillais. Par conséquent, j'ai une assez bonne idée des problèmes qu'on peut rencontrer avec ce type de bases, et je pourrai donc appuyer mes explications sur des problèmes réalistes, plutôt que d'essayer d'en inventer.
Nous nous occupons donc d'un élevage d'animaux. On travaille avec plusieurs espèces : chats, chiens, tortues entre autres (tiens, ça me rappelle quelque chose). Dans la suite de cette partie, nous nous contenterons de créer une table *Animal* qui contiendra les caractéristiques principales des animaux présents dans l'élevage, mais dès le début de la deuxième partie, d'autres tables seront créées afin de pouvoir gérer un grand nombre de données complexes.

Création et suppression d'une base de données

Création

Nous allons donc créer notre base de données, que nous appellerons *elevage*. Rappelez-vous, lors de la création de votre utilisateur MySQL, vous lui avez donné tous les droits sur la base *elevage*, qui n'existait pas encore. Si vous choisissez un autre nom de base, vous n'aurez aucun droit dessus.
La commande SQL pour créer une base de données est la suivante :

```
CREATE DATABASE nom_base;
```

Avouez que je ne vous surmène pas le cerveau pour commencer… Cependant, attendez avant de créer votre base de données *elevage*. Je vous rappelle qu'il faut également définir l'encodage utilisé (l'UTF-8 dans notre cas). Voici donc la commande complète à taper pour créer votre base :

```
CREATE DATABASE elevage CHARACTER SET 'utf8';
```

Lorsque nous créerons nos tables dans la base de données, automatiquement elles seront encodées également en UTF-8.

Suppression

Si vous avez envie d'essayer cette commande, faites-le maintenant, tant qu'il n'y a rien dans votre base de données. Soyez très prudents, car vous effacez tous les fichiers créés par MySQL qui servent à stocker les informations de votre base.

```
DROP DATABASE elevage;
```

Si vous essayez cette commande alors que la base de données *elevage* n'existe pas, MySQL vous affichera une erreur :

```
mysql> DROP DATABASE elevage;
```

```
ERROR 1008 (HY000) : Can't drop database 'elevage'; database doesn't exist
mysql>
```

Pour éviter ce message d'erreur, si vous n'êtes pas sûrs que la base de données existe, vous pouvez utiliser l'option `IF EXISTS`, de la manière suivante :

```
DROP DATABASE IF EXISTS elevage;
```

Si la base de données existe, vous devriez alors avoir un message du type :

```
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)
```

Si elle n'existe pas, vous aurez :

```
Query OK, 0 rows affected, 1 warning (0.00 sec)
```

Pour afficher les warnings de MySQL, il faut utiliser la commande

```
SHOW WARNINGS;
```

Cette commande affiche un tableau :

Level	Code	Message
Note	1008	Can't drop database 'elevage'; database doesn't exist

Utilisation d'une base de données

Vous avez maintenant créé une base de données (si vous l'avez effacée avec `DROP DATABASE`, recréez-la). Mais pour pouvoir agir sur cette base, vous devez d'abord la sélectionner. Une fois de plus, la commande est très simple :

```
USE elevage
```

C'est tout ! À partir de maintenant, toutes les actions effectuées le

seront sur la base de données *elevage* (création et modification de tables par exemple).
Notez que vous pouvez spécifier la base de données sur laquelle vous allez travailler lors de la connexion à MySQL. Il suffit d'ajouter le nom de la base à la fin de la commande de connexion :

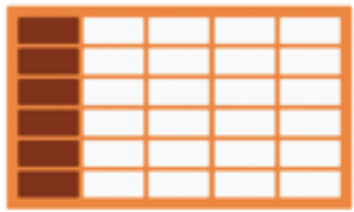
```
mysql -u sdz -p elevage
```

En résumé

- Pour créer une base de données, on utilise la commande `CREATE DATABASE nom_base`.
- Pour supprimer une base de données : `DROP DATABASE nom_base`.
- À chaque connexion à MySQL, il faut préciser avec quelle base on va travailler, avec `USE nom_base`.

Chapitre 5

Création de tables



Dans ce chapitre, nous allons créer, étape par étape, une table *Animal*, qui servira à stocker les animaux présents dans notre élevage.
Soyez gentils avec cette table, car c'est elle qui vous accompagnera tout au long de la première partie (on apprendra à jongler avec plusieurs tables dans la deuxième partie).
Pour commencer, il faudra définir de quelles colonnes (et leur type) la table sera composée. Ne négligez pas cette étape, c'est la plus importante. Une base de données mal conçue est un cauchemar à utiliser.
Ensuite, petit passage obligé par de la théorie : vous apprendrez ce qu'est une clé primaire et à quoi ça sert, et découvrirez cette fonctionnalité exclusive de MySQL que sont les moteurs de table.
Enfin, la table *Animal* sera créée, et la requête de création des tables décortiquée. Et dans la foulée, nous verrons également comment

supprimer une table.

Définition des colonnes

Type de colonne

Avant de choisir le type des colonnes, il faut choisir les colonnes que l'on va définir. On va donc créer une table *Animal*. Qu'est-ce qui caractérise un animal ? Son espèce, son sexe, sa date de naissance. Quoi d'autre ? Une éventuelle colonne *commentaires* qui peut servir de fourre-tout. Dans le cas d'un élevage sentimental, on peut avoir donné un nom à nos bestioles.
Disons que c'est tout pour le moment. Examinons donc les colonnes afin d'en choisir le type au mieux.

- **Espèce** : on a des chats, des chiens et des tortues pour l'instant. On peut donc caractériser l'espèce par un ou plusieurs mots. Ce sera donc un champ de type alphanumérique.
  Les noms d'espèces sont relativement courts, mais n'ont pas tous la même longueur. On choisira donc un `VARCHAR`. Mais quelle longueur lui donner ? Beaucoup de noms d'espèces ne contiennent qu'un mot, mais "harfang des neiges", par exemple, en contient trois, et 18 caractères. Histoire de ne prendre aucun risque, autant autoriser jusqu'à 40 caractères pour l'espèce.
- **Sexe** : ici, deux choix possibles (mâle ou femelle). Le risque de voir un troisième sexe apparaître est extrêmement faible. Par conséquent, il serait possible d'utiliser un `ENUM`. Cependant, `ENUM` reste un type non standard. Pour cette raison, nous utiliserons plutôt une colonne `CHAR(1)`, contenant soit `'M'` (mâle), soit `'F'` (femelle).
- **Date de naissance** : pas besoin de réfléchir beaucoup ici. Il s'agit d'une date, donc soit un `DATETIME`, soit une `DATE`.

L'heure de la naissance est-elle importante ? Disons que oui, du moins pour les soins lors des premiers jours. `DATETIME` donc !

- **Commentaires** : de nouveau un type alphanumérique évidemment, mais on a ici aucune idée de la longueur. Ce sera sans doute succinct mais il faut prévoir un minimum de place quand même. Ce sera donc un champ `TEXT`.
- **Nom** : plutôt facile à déterminer. On prendra simplement un `VARCHAR(30)`. On ne pourra pas appeler nos tortues "Petite maison dans la prairie verdoyante", mais c'est amplement suffisant pour "Rox" ou "Roucky".

NULL or NOT NULL ?

Il faut maintenant déterminer si l'on autorise les colonnes à ne pas stocker de valeur (ce qui est donc représenté par `NULL`).

- **Espèce** : un éleveur digne de ce nom connaît l'espèce des animaux qu'il élève. On n'autorisera donc pas la colonne *especе* à être `NULL`.
- **Sexe** : le sexe de certains animaux est très difficile à déterminer à la naissance. Il n'est donc pas impossible qu'on doive attendre plusieurs semaines pour savoir si "Rox" est en réalité "Roxa". Par conséquent, la colonne *sexe* peut contenir `NULL`.
- **Date de naissance** : pour garantir la pureté des races, on ne travaille qu'avec des individus dont on connaît la provenance (en cas d'apport extérieur), les parents, la date de naissance. Cette colonne ne peut donc pas être `NULL`.
- **Commentaires** : ce champ peut très bien ne rien contenir, si la bestiole concernée ne présente absolument aucune particularité.
- **Nom** : en cas de panne d'inspiration (ça a l'air facile comme ça mais, une chatte pouvant avoir entre 1 et 8 petits d'un coup, il est parfois difficile d'inventer 8 noms originaux comme ça !), il vaut mieux autoriser cette colonne à être `NULL`.

Récapitulatif

Comme d'habitude, un petit tableau pour récapituler tout ça :

Caractéristique	Nom de la colonne	Type	... ?
Espèce	*espece*	VARCHAR(40)	Non
Sexe	*sexe*	CHAR(1)	Oui
Date de naissance	*date_naissance*	DATETIME	Non
Commentaires	*commentaires*	TEXT	Oui
Nom	*nom*	VARCHAR(30)	Oui

Ne pas oublier de donner une taille aux colonnes qui en nécessitent une, comme les VARCHAR(x), les CHAR(x), les DECIMAL(n, d), ...

Introduction aux clés primaires

On va donc définir cinq colonnes : *espece, sexe, date_naissance, commentaires* et *nom*. Ces colonnes permettront de caractériser nos animaux. Mais que se passe-t-il si deux animaux sont de la même espèce, du même sexe, sont nés exactement le même jour, et ont exactement les mêmes commentaires et le même nom ? Comment les différencier ? Évidemment, on pourrait s'arranger pour que deux animaux n'aient jamais le même nom. Mais imaginez la situation suivante : une chatte vient de donner naissance à sept petits. On ne peut pas encore définir leur sexe, on n'a pas encore trouvé de nom pour certains d'entre eux et il n'y a encore aucun commentaire à faire à leur propos. Ils auront donc exactement les mêmes caractéristiques. Pourtant, ce ne sont pas les mêmes individus. Il faut donc les différencier. Pour cela, on va ajouter une colonne à notre table.

Identité

Imaginez que quelqu'un ait le même nom de famille que vous, le même prénom, soit né dans la même ville et ait la même taille. En dehors de la photo et de la signature, quelle sera la différence entre vos deux cartes d'identité ? Son numéro !
Suivant le même principe, on va donner à chaque animal un **numéro d'identité**. La colonne qu'on ajoutera s'appellera donc *id*, et il s'agira d'un `INT`, toujours positif donc `UNSIGNED`. Selon la taille de l'élevage (la taille actuelle mais aussi la taille qu'on imagine qu'il pourrait avoir dans le futur !), il peut être plus intéressant d'utiliser un `SMALLINT`, voire un `MEDIUMINT`. Comme il est peu probable que l'on dépasse les 65000 animaux, on utilisera `SMALLINT`. Attention, il faut bien considérer tous les animaux qui entreront un jour dans la base, pas uniquement le nombre d'animaux présents en même temps dans l'élevage. En effet, si l'on supprime pour une raison ou une autre un animal de la base, il n'est pas question de réutiliser son numéro d'identité.
Ce champ ne pourra bien sûr pas être `NULL`, sinon il perdrait toute son utilité.

Clé primaire

La clé primaire d'une table est une **contrainte d'unicité**, composée d'une ou plusieurs colonnes. La clé primaire d'une ligne **permet d'identifier de manière unique cette ligne dans la table**. Si l'on parle de la ligne dont la clé primaire vaut *x*, il ne doit y avoir aucun doute quant à la ligne dont on parle. Lorsqu'une table possède une clé primaire (et il est extrêmement conseillé de définir une clé primaire pour chaque table créée), celle-ci **doit** être définie.
Cette définition correspond exactement au numéro d'identité dont nous venons de parler. Nous définirons donc *id* comme la clé primaire de la table *Animal*, en utilisant les mots-clés `PRIMARY KEY(id)`.
Lorsque vous insérerez une nouvelle ligne dans la table, MySQL

vérifiera que vous insérez bien un *id*, et que cet *id* n'existe pas encore dans la table. Si vous ne respectez pas ces deux contraintes, MySQL n'insérera pas la ligne et vous renverra une erreur.
Par exemple, dans le cas où vous essayez d'insérer un *id* qui existe déjà, vous obtiendrez l'erreur suivante :

```
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry '1' for key 'PRIMARY'
```

Je n'en dirai pas plus pour l'instant sur les clés primaires mais j'y reviendrai de manière détaillée dans la seconde partie de ce cours.

Auto-incrémentation

Il faut donc, pour chaque animal, décider d'une valeur pour *id*. Le plus simple, et le plus logique, est de donner le numéro 1 au premier individu enregistré, puis le numéro 2 au second, etc.
Mais si vous ne vous souvenez pas quel numéro vous avez utilisé en dernier, pour insérer un nouvel animal il faudra récupérer cette information dans la base, ensuite seulement vous pourrez ajouter une ligne en lui donnant comme *id* le dernier *id* utilisé + 1.
C'est bien sûr faisable, mais c'est fastidieux… Heureusement, il est possible de demander à MySQL de faire tout ça pour nous !
Comment ? En utilisant l'auto-incrémentation des colonnes. Incrémenter veut dire "ajouter une valeur fixée". Donc, si l'on déclare qu'une colonne doit s'auto-incrémenter (grâce au mot-clé `AUTO_INCREMENT`), plus besoin de chercher quelle valeur on va mettre dedans lors de la prochaine insertion. MySQL va chercher ça tout seul comme un grand en prenant la dernière valeur insérée et en l'incrémentant de 1.

Les moteurs de tables

Les moteurs de tables sont une spécificité de MySQL. Ce sont des moteurs de stockage. Cela permet de gérer différemment les tables

selon l'utilité qu'on en a. Je ne vais pas vous détailler tous les moteurs de tables existant. Si vous voulez plus d'informations, je vous renvoie à la documentation officielle.
Les deux moteurs les plus connus sont **MyISAM** et **InnoDB**.

MyISAM

C'est le moteur par défaut. Les commandes d'insertion et sélection de données sont particulièrement rapides sur les tables utilisant ce moteur. Cependant, il ne gère pas certaines fonctionnalités importantes comme les clés étrangères, qui permettent de vérifier l'intégrité d'une référence d'une table à une autre table (voir la deuxième partie du cours) ou les transactions, qui permettent de réaliser des séries de modifications "en bloc" ou au contraire d'annuler ces modifications (voir la cinquième partie du cours).

InnoDB

Plus lent et plus gourmand en ressources que MyISAM, ce moteur gère les clés étrangères et les transactions. Étant donné que nous nous servirons des clés étrangères dès la deuxième partie, c'est celui-là que nous allons utiliser.
De plus, en cas de crash du serveur, il possède un système de récupération automatique des données.

Préciser un moteur lors de la création de la table

Pour qu'une table utilise le moteur de notre choix, il suffit d'ajouter ceci à la fin de la commande de création :

```
ENGINE = moteur;
```

En remplaçant bien sûr "moteur" par le nom du moteur que nous

voulons utiliser, ici InnoDB :

```
ENGINE = INNODB;
```

Syntaxe de CREATE TABLE

Avant de voir la syntaxe permettant de créer une table, résumons un peu. Nous voulons donc créer une table *Animal* avec six colonnes telles que décrites dans le tableau suivant.

Caractéristique	Nom du champ	Type	vide ?	Divers
Numéro d'identité	*id*	SMALLINT	Non	Clé primaire + auto-incrément
Espèce	*espece*	VARCHAR(40)	Non	-
Sexe	*sexe*	CHAR(1)	Oui	-
Date de naissance	*date_naissance*	DATETIME	Non	-
Commentaires	*commentaires*	TEXT	Oui	
Nom	*nom*	VARCHAR(30)	Oui	-

Syntaxe

Par souci de clarté, je vais diviser l'explication de la syntaxe de **`CREATE TABLE`** en deux. La première partie vous donne la syntaxe globale de la commande, et la deuxième partie s'attarde sur la description des colonnes créées dans la table.

Création de la table

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] Nom_table (
    colonne1 description_colonne1,
    [colonne2 description_colonne2,
    colonne3 description_colonne3,
    ...,]
    [PRIMARY KEY (colonne_clé_primaire)]
```

```
)
[ENGINE=moteur];
```

Le `IF NOT EXISTS` est facultatif (d'où l'utilisation de crochets [ ]), et a le même rôle que dans la commande `CREATE DATABASE` : si une table de ce nom existe déjà dans la base de données, la requête renverra un warning plutôt qu'une erreur si `IF NOT EXISTS` est spécifié.
Ce n'est pas non plus une erreur de ne pas préciser la clé primaire directement à la création de la table. Il est tout à fait possible de l'ajouter par la suite. Nous verrons comment un peu plus tard.

Définition des colonnes

Pour définir une colonne, il faut donc donner son nom en premier, puis sa description. La description est constituée au minimum du type de la colonne. Exemple :

```
nom VARCHAR(30),
sexe CHAR(1)
```

C'est aussi dans la description que l'on précise si la colonne peut contenir `NULL` ou pas (par défaut, `NULL` est autorisé). Exemple :

```
espece VARCHAR(40) NOT NULL,
date_naissance DATETIME NOT NULL
```

L'auto-incrémentation se définit également à cet endroit. Notez qu'il est également possible de définir une colonne comme étant la clé primaire dans sa description. Il ne faut alors plus l'indiquer après la définition de toutes les colonnes. Je vous conseille néanmoins de ne pas l'indiquer à cet endroit, nous verrons plus tard pourquoi.

```
id SMALLINT UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT [PRIMARY KEY]
```

Enfin, on peut donner une valeur par défaut au champ. Si lorsque l'on insère une ligne, aucune valeur n'est précisée pour le champ, c'est la valeur par défaut qui sera utilisée. Notez que si une colonne est autorisée à contenir `NULL` et qu'on ne précise pas de valeur par défaut, alors `NULL` est implicitement considéré comme valeur par défaut.
Exemple :

```
espece VARCHAR(40) NOT NULL DEFAULT 'chien'
```

Une valeur par défaut DOIT être une constante. Ce ne peut pas être une fonction (comme par exemple la fonction NOW() qui renvoie la date et l'heure courante).

Application : création de Animal

Si l'on met tout cela ensemble pour créer la table *Animal* (je rappelle que nous utiliserons le moteur InnoDB), on a donc :

```
CREATE TABLE Animal (
    id SMALLINT UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT,
    especе VARCHAR(40) NOT NULL,
    sexe CHAR(1),
    date_naissance DATETIME NOT NULL,
    nom VARCHAR(30),
    commentaires TEXT,
    PRIMARY KEY (id)
)
ENGINE=INNODB;
```

Je n'ai pas gardé la valeur par défaut pour le champ especе, car je trouve que ça n'a pas beaucoup de sens dans ce contexte. C'était juste un exemple pour vous montrer la syntaxe.

Vérifications

Au cas où vous ne me croiriez pas (et aussi un peu parce que cela

pourrait vous être utile un jour), voici deux commandes vous permettant de vérifier que vous avez bien créé une jolie table *Animal* avec les six colonnes que vous vouliez.

```
SHOW TABLES;      -- liste les tables de la base de données
DESCRIBE Animal;  -- liste les colonnes de la table avec leurs caractéristiques
```

Suppression d'une table

La commande pour supprimer une table est la même que celle pour supprimer une base de données. Elle est, bien sûr, à utiliser avec prudence, car irréversible.

```
DROP TABLE Animal;
```

En résumé

- Avant de créer une table, il faut **définir ses colonnes**. Pour cela, il faut donc déterminer le type de chacune des colonnes et décider si elles peuvent ou non contenir `NULL` (c'est-à-dire ne contenir aucune donnée).
- Chaque table créée doit définir une **clé primaire**, donc une colonne qui permettra d'identifier chaque ligne de manière unique.
- Le **moteur d'une table** définit la manière dont elle est gérée. Nous utiliserons le moteur **InnoDB**, qui permet notamment de définir des relations entre plusieurs tables.

Chapitre 6

Modification d'une table

La création et la suppression de tables étant acquises, parlons maintenant des requêtes permettant de modifier une table.
Plus précisément, ce chapitre portera sur la modification des colonnes d'une table (ajout d'une colonne, modification, suppression de colonnes).
Il est possible de modifier d'autres éléments (des contraintes, ou des index par exemple), mais cela nécessite des notions que vous ne possédez pas encore, aussi n'en parlerai-je pas ici.
Notez qu'idéalement, il faut penser à l'avance à la structure de votre base et créer toutes vos tables directement et proprement, de manière à ne les modifier qu'exceptionnellement.

Syntaxe de la requête

Lorsque l'on modifie une table, on peut vouloir lui ajouter, retirer ou modifier quelque chose. Dans les trois cas, c'est la commande **ALTER TABLE** qui sera utilisée, une variante existant pour chacune des opérations :

```
ALTER TABLE nom_table ADD ...
-- permet d'ajouter quelque chose (une colonne par exemple)

ALTER TABLE nom_table DROP ...
-- permet de retirer quelque chose

ALTER TABLE nom_table CHANGE ...
ALTER TABLE nom_table MODIFY ...
-- permettent de modifier une colonne
```

Créons une table pour faire joujou

Dans la seconde partie de ce tutoriel, nous devrons faire quelques modifications sur notre table *Animal*, mais en attendant, je vous propose d'utiliser la table suivante, si vous avez envie de tester les différentes possibilités d'**ALTER TABLE** :

```
CREATE TABLE Test_tuto (
        id INT NOT NULL,
        nom VARCHAR(10) NOT NULL,
        PRIMARY KEY(id)
);
```

Ajout et suppression d'une colonne

Ajout

On utilise la syntaxe suivante :

```
ALTER TABLE nom_table
ADD [COLUMN] nom_colonne description_colonne;
```

Le `[COLUMN]` est facultatif, donc si à la suite de `ADD` vous ne précisez pas ce que vous voulez ajouter, MySQL considérera qu'il s'agit d'une colonne.
`description_colonne` correspond à la même chose que lorsque l'on crée une table. Il contient le type de donnée et éventuellement `NULL` ou `NOT NULL`, etc.
Ajoutons une colonne *date_insertion* à notre table de test. Il s'agit d'une date, donc une colonne de type `DATE` convient parfaitement. Disons que cette colonne ne peut pas être `NULL` (si c'est dans la table, ça a forcément été inséré). Cela nous donne :

```
ALTER TABLE Test_tuto
ADD COLUMN date_insertion DATE NOT NULL;
```

Un petit `DESCRIBE Test_tuto;` vous permettra de vérifier les changements apportés.

Suppression

La syntaxe de `ALTER TABLE ... DROP ...` est très simple :

```
ALTER TABLE nom_table
DROP [COLUMN] nom_colonne;
```

Comme pour les ajouts, le mot `COLUMN` est facultatif. Par défaut, MySQL considérera que vous parlez d'une colonne.
Exemple : nous allons supprimer la colonne *date_insertion*, que nous remercions pour son passage éclair dans le cours.

```
ALTER TABLE Test_tuto
DROP COLUMN date_insertion; -- Suppression de la colonne date_insertion
```

Modification de colonne

Changement du nom de la colonne

Vous pouvez utiliser la commande suivante pour changer le nom d'une colonne :

```
ALTER TABLE nom_table
CHANGE ancien_nom nouveau_nom description_colonne;
```

Par exemple, pour renommer la colonne *nom* en *prenom*, vous pouvez écrire

```
ALTER TABLE Test_tuto
CHANGE nom prenom VARCHAR(10) NOT NULL;
```

Attention, la description de la colonne doit être complète, sinon elle sera également modifiée. Si vous ne précisez pas `NOT NULL` dans la commande précédente, *prenom* pourra contenir `NULL`, alors que du temps où elle s'appelait *nom*, cela lui était interdit.

Changement du type de données

Les mots-clés `CHANGE` et `MODIFY` peuvent être utilisés pour changer le type de donnée de la colonne, mais aussi changer la valeur par défaut ou ajouter/supprimer une propriété `AUTO_INCREMENT`. Si vous utilisez `CHANGE`, vous pouvez, comme on vient de le voir, renommer la colonne en même temps. Si vous ne désirez pas la renommer, il suffit d'indiquer deux fois le même nom.
Voici les syntaxes possibles :

```
ALTER TABLE nom_table
CHANGE ancien_nom nouveau_nom nouvelle_description;

ALTER TABLE nom_table
MODIFY nom_colonne nouvelle_description;
```

Des exemples pour illustrer :

```sql
ALTER TABLE Test_tuto
CHANGE prenom nom VARCHAR(30) NOT NULL;
-- Changement du type + changement du nom

ALTER TABLE Test_tuto
CHANGE id id BIGINT NOT NULL;
-- Changement du type sans renommer

ALTER TABLE Test_tuto
MODIFY id BIGINT NOT NULL AUTO_INCREMENT;
-- Ajout de l'auto-incrémentation

ALTER TABLE Test_tuto
MODIFY nom VARCHAR(30) NOT NULL DEFAULT 'Blabla';
-- Changement de la description (même type mais ajout d'une valeur par défaut)
```

Il existe pas mal d'autres possibilités et combinaisons pour la commande `ALTER TABLE` mais en faire la liste complète ne rentre pas dans le cadre de ce cours. Si vous ne trouvez pas votre bonheur ici, je vous conseille de le chercher dans la documentation officielle.

En résumé

- La commande `ALTER TABLE` permet de modifier une table
- Lorsque l'on ajoute ou modifie une colonne, il faut toujours préciser sa (nouvelle) description **complète** (type, valeur par défaut, auto-incrément éventuel)

Chapitre 7

Insertion de données

Ce chapitre est consacré à l'insertion de données dans une table. Rien de bien compliqué, mais c'est évidemment crucial. En effet, que serait une base de données sans données ?
Nous verrons entre autres :

- comment insérer une ligne dans une table ;
- comment insérer plusieurs lignes dans une table ;
- comment exécuter des requêtes SQL écrites dans un fichier (requêtes d'insertion ou autres) ;
- comment insérer dans une table des lignes définies dans un fichier de format particulier.

Et pour terminer, nous peuplerons notre table *Animal* d'une soixantaine de petites bestioles sur lesquelles nous pourrons tester toutes sortes de tortures requêtes dans la suite de ce tutoriel.

Syntaxe de INSERT

Deux possibilités s'offrent à nous lorsque l'on veut insérer une ligne dans une table : soit donner une valeur pour chaque colonne de la ligne, soit ne donner les valeurs que de certaines colonnes, auquel cas il faut bien sûr préciser de quelles colonnes il s'agit.

Insertion sans préciser les colonnes

Je rappelle pour les distraits que notre table *Animal* est composée de six colonnes : *id*, *espece*, *sexe*, *date_naissance*, *nom* et *commentaires*. Voici donc la syntaxe à utiliser pour insérer une ligne dans *Animal*, sans renseigner les colonnes pour lesquelles on donne une valeur (implicitement, MySQL considère que l'on donne une valeur pour chaque colonne de la table).

```
INSERT INTO Animal
VALUES (1, 'chien', 'M', '2010-04-05 13:43:00', 'Rox', 'Mordille beaucoup');
```

Deuxième exemple : cette fois-ci, on ne connaît pas le sexe et on n'a aucun commentaire à faire sur la bestiole :

```
INSERT INTO Animal
VALUES (2, 'chat', NULL, '2010-03-24 02:23:00', 'Roucky', NULL);
```

Troisième et dernier exemple : on donne `NULL` comme valeur d'*id*, ce qui en principe est impossible puisque *id* est défini comme `NOT NULL` et comme clé primaire. Cependant, l'auto-incrémentation fait que MySQL va calculer tout seul comme un grand quel *id* il faut donner à la ligne (ici : 3).

```
INSERT INTO Animal
VALUES (NULL , 'chat', 'F', '2010-09-13 15:02:00', 'Schtroumpfette', NULL);
```

Vous avez maintenant trois animaux dans votre table :

Id	Espèce	Sexe	Date de naissance	Nom	Commentaires
1	chien	M	2010-04-05 13:43:00	Rox	Mordille beaucoup
2	chat	NULL	2010-03-24 02:23:00	Roucky	NULL
3	chat	F	2010-09-13 15:02:00	Schtroumpfe	NULL

Pour vérifier, vous pouvez utiliser la requête suivante :

```
SELECT * FROM Animal;
```

Deux choses importantes à retenir ici.

- *id* est un nombre, on ne met donc pas de guillemets autour. Par contre, l'espèce, le nom, la date de naissance et le sexe sont donnés sous forme de chaînes de caractères. Les guillemets sont donc indispensables. Quant à `NULL`, il s'agit d'un marqueur SQL qui, je rappelle, signifie "pas de valeur". Pas de guillemets donc.
- Les valeurs des colonnes sont données dans le bon ordre (donc dans l'ordre donné lors de la création de la table). C'est indispensable évidemment. Si vous échangez le nom et l'espèce par exemple, comment MySQL pourrait-il le savoir ?

Insertion en précisant les colonnes

Dans la requête, nous allons donc écrire explicitement à quelle(s) colonne(s) nous donnons une valeur. Ceci va permettre deux choses.

- On ne doit plus donner les valeurs dans l'ordre de création des colonnes, mais dans l'ordre précisé par la requête.
- On n'est plus obligé de donner une valeur à chaque colonne ; plus besoin de `NULL` lorsqu'on n'a pas de valeur à mettre.

Quelques exemples :

```
INSERT INTO Animal (espece, sexe, date_naissance)
```

```
    VALUES ('tortue', 'F', '2009-08-03 05:12:00');
INSERT INTO Animal (nom, commentaires, date_naissance, espece)
    VALUES ('Choupi', 'Né sans oreille gauche', '2010-10-03 16:44:00', 'chat');
INSERT INTO Animal (espece, date_naissance, commentaires, nom, sexe)
    VALUES ('tortue', '2009-06-13 08:17:00', 'Carapace bizarre', 'Bobosse',
'F');
```

Ce qui vous donne trois animaux supplémentaires (donc six en tout, il faut suivre !)

Insertion multiple

Si vous avez plusieurs lignes à introduire, il est possible de le faire en une seule requête de la manière suivante :

```
INSERT INTO Animal (espece, sexe, date_naissance, nom)
VALUES ('chien', 'F', '2008-12-06 05:18:00', 'Caroline'),
       ('chat', 'M', '2008-09-11 15:38:00', 'Bagherra'),
       ('tortue', NULL, '2010-08-23 05:18:00', NULL);
```

Bien entendu, vous êtes alors obligés de préciser les mêmes colonnes pour chaque entrée, quitte à mettre `NULL` pour certaines. Mais avouez que ça fait quand même moins à écrire !

Syntaxe alternative de MySQL

MySQL propose une syntaxe alternative à `INSERT INTO ... VALUES ...` pour insérer des données dans une table.

```
INSERT INTO Animal
SET nom='Bobo', espece='chien', sexe='M', date_naissance='2010-07-21 15:41:00';
```

Cette syntaxe présente deux avantages.

- Le fait d'avoir l'un à côté de l'autre la colonne et la valeur qu'on lui attribue (`nom = 'Bobo'`) rend la syntaxe plus lisible

et plus facile à manipuler. En effet, ici il n'y a que six colonnes, mais imaginez une table avec 20, voire 100 colonnes. Difficile d'être sûrs que l'ordre dans lequel on a déclaré les colonnes est bien le même que l'ordre des valeurs qu'on leur donne…
- Elle est très semblable à la syntaxe de `UPDATE`, que nous verrons plus tard et qui permet de modifier des données existantes. C'est donc moins de choses à retenir (mais bon, une requête de plus ou de moins, ce n'est pas non plus énorme…)

Cependant, cette syntaxe alternative présente également des défauts, qui pour moi sont plus importants que les avantages apportés. C'est pourquoi je vous déconseille de l'utiliser. Je vous la montre surtout pour que vous ne soyez pas surpris si vous la rencontrez quelque part.

En effet, cette syntaxe présente deux défauts majeurs.

- Elle est propre à MySQL. Ce n'est pas du SQL pur. De ce fait, si vous décidez un jour de migrer votre base vers un autre SGBDR, vous devrez réécrire toutes les requêtes `INSERT` utilisant cette syntaxe.
- Elle ne permet pas l'insertion multiple.

Utilisation de fichiers externes

Maintenant que vous savez insérer des données, je vous propose de remplir un peu cette table, histoire qu'on puisse s'amuser par la suite.

Rassurez-vous, je ne vais pas vous demander d'inventer cinquante bestioles et d'écrire une à une les requêtes permettant de les insérer. Je vous ai prémâché le boulot. De plus, ça nous permettra d'avoir, vous et moi, la même chose dans notre base. Ce sera ainsi plus facile de vérifier que vos requêtes font bien ce qu'elles doivent faire. Et pour éviter d'écrire vous-mêmes toutes les requêtes d'insertion, nous allons donc voir comment on peut utiliser un fichier texte pour interagir avec notre base de données.

Exécuter des commandes SQL à partir d'un fichier

Écrire toutes les commandes à la main dans la console, ça peut vite devenir pénible. Quand c'est une petite requête, pas de problème. Mais quand vous avez une longue requête, ou beaucoup de requêtes à faire, ça peut être assez long.
Une solution sympathique est d'écrire les requêtes dans un fichier texte, puis de dire à MySQL d'exécuter les requêtes contenues dans ce fichier. Et pour lui dire ça, c'est facile :

```
SOURCE monFichier.sql;
```

Ou

```
\. monFichier.sql;
```

Ces deux commandes sont équivalentes et vont exécuter le fichier `monFichier.sql`. Il n'est pas indispensable de lui donner l'extension `.sql`, mais je préfère le faire pour repérer mes fichiers SQL directement. De plus, si vous utilisez un éditeur de texte un peu plus évolué que le bloc-note (ou textEdit sur Mac), cela colorera votre code SQL, ce qui vous facilitera aussi les choses.
Attention : si vous ne lui indiquez pas le chemin, MySQL va aller chercher votre fichier dans le dossier où vous étiez lors de votre connexion.
Exemple : on donne le chemin complet vers le fichier

```
SOURCE C:\Document and Settings\dossierX\monFichier.sql;
```

Insérer des données à partir d'un fichier formaté

Par fichier formaté, j'entends un fichier qui suit certaines règles de format. Un exemple typique serait les fichiers .csv. Ces fichiers contiennent un certain nombre de données et sont organisés en tables. Chaque ligne correspond à une entrée, et les colonnes de la table sont séparées par un caractère défini (souvent une virgule ou un point-virgule). Ceci par exemple, est un format csv :

```
nom;prenom;date_naissance
Charles;Myeur;1994-12-30
Bruno;Debor;1978-05-12
Mireille;Franelli;1990-08-23
```

Ce type de fichier est facile à produire (et à lire) avec un logiciel de type tableur (Microsoft Excel, ExcelViewer, Numbers…). La bonne nouvelle est qu'il est aussi possible de lire ce type de fichier avec MySQL, afin de remplir une table avec les données contenues dans le fichier.
La commande SQL permettant cela est `LOAD DATA INFILE`, dont voici la syntaxe :

```
LOAD DATA [LOCAL] INFILE 'nom_fichier'
INTO TABLE nom_table
[FIELDS
    [TERMINATED BY '\t']
    [ENCLOSED BY '']
    [ESCAPED BY '\\' ]
]
[LINES
    [STARTING BY '']
    [TERMINATED BY '\n']
]
[IGNORE nombre LINES]
[(nom_colonne,...)];
```

Le mot-clé `LOCAL` sert à spécifier si le fichier se trouve côté client (dans ce cas, on utilise `LOCAL`) ou côté serveur (auquel cas, on ne

met pas `LOCAL` dans la commande). Si le fichier se trouve du côté serveur, il est obligatoire, pour des raisons de sécurité, qu'il soit dans le répertoire de la base de données, c'est-à-dire dans le répertoire créé par MySQL à la création de la base de données, et qui contient les fichiers dans lesquels sont stockées les données de la base. Pour ma part, j'utiliserai toujours `LOCAL`, afin de pouvoir mettre simplement mes fichiers dans mon dossier de travail.
Les clauses `FIELDS` et `LINES` permettent de définir le format de fichier utilisé. `FIELDS` se rapporte aux colonnes, et `LINES` aux lignes (si si). Ces deux clauses sont facultatives. Les valeurs que j'ai mises ci-dessus sont les valeurs par défaut.
Si vous précisez une clause `FIELDS`, il faut lui donner au moins une des trois "sous-clauses".

- `TERMINATED BY`, qui définit le caractère séparant les colonnes, entre guillemets bien sûr. `'\t'` correspond à une tabulation. C'est le caractère par défaut.
- `ENCLOSED BY`, qui définit le caractère entourant les valeurs dans chaque colonne (vide par défaut).
- `ESCAPED BY`, qui définit le caractère d'échappement pour les caractères spéciaux. Si par exemple vous définissez vos valeurs comme entourées d'apostrophes, mais que certaines valeurs contiennent des apostrophes, il faut échapper ces apostrophes "internes" afin qu'elles ne soient pas considérées comme un début ou une fin de valeur. Par défaut, il s'agit du \ habituel. Remarquez qu'il faut lui-même l'échapper dans la clause.

De même pour `LINES`, si vous l'utilisez, il faut lui donner une ou deux sous-clauses.

- `STARTING BY`, qui définit le caractère de début de ligne (vide par défaut).
- `TERMINATED BY`, qui définit le caractère de fin de ligne (`'\n'` par défaut, mais attention : les fichiers générés sous Windows ont souvent `'\r\n'` comme caractère de fin de ligne).

La clause `IGNORE nombre LINES` permet… d'ignorer un certain nombre de lignes. Par exemple, si la première ligne de votre fichier contient les noms des colonnes, vous ne voulez pas l'insérer dans votre table. Il suffit alors d'utiliser `IGNORE 1 LINES`.

Enfin, vous pouvez préciser le nom des colonnes présentes dans votre fichier. Attention évidemment à ce que les colonnes absentes acceptent `NULL` ou soient auto-incrémentées.
Si je reprends mon exemple, en imaginant que nous ayons une table *Personne* contenant les colonnes *id* (clé primaire auto-incrémentée), *nom, prenom, date_naissance* et *adresse* (qui peut être `NULL`).

```
nom;prenom;date_naissance
Charles;Myeur;1994-12-30
Bruno;Debor;1978-05-12
Mireille;Franelli;1990-08-23
```

Si ce fichier est enregistré sous le nom personne.csv, il vous suffit d'exécuter la commande suivante pour enregistrer ces trois lignes dans la table *Personne*, en spécifiant si nécessaire le chemin complet vers personne.csv :

```
LOAD DATA LOCAL INFILE 'personne.csv'
INTO TABLE Personne
FIELDS TERMINATED BY ';'
LINES TERMINATED BY '\n' -- ou '\r\n' selon l'ordinateur et le programme
utilisés pour créer le fichier
IGNORE 1 LINES
(nom,prenom,date_naissance);
```

Remplissage de la base

Nous allons utiliser les deux techniques que je viens de vous montrer pour remplir un peu notre base. N'oubliez pas de modifier les commandes données pour ajouter le chemin vers vos fichiers,

Exécution de commandes SQL

Voici donc le code que je vous demande de copier-coller dans votre éditeur de texte préféré, puis de le sauver sous le nom remplissageAnimal.sql (ou un autre nom de votre choix).

```
INSERT INTO Animal (espece, sexe, date_naissance, nom, commentaires) VALUES
('chien', 'F', '2008-02-20 15:45:00' , 'Canaille', NULL),
('chien', 'F','2009-05-26 08:54:00'  , 'Cali', NULL),
('chien', 'F','2007-04-24 12:54:00' , 'Rouquine', NULL),
('chien', 'F','2009-05-26 08:56:00' , 'Fila', NULL),
('chien', 'F','2008-02-20 15:47:00' , 'Anya', NULL),
('chien', 'F','2009-05-26 08:50:00' ,'Louya' , NULL),
('chien', 'F', '2008-03-10 13:45:00','Welva' , NULL),
('chien', 'F','2007-04-24 12:59:00' ,'Zira' , NULL),
('chien', 'F', '2009-05-26 09:02:00','Java' , NULL),
('chien', 'M','2007-04-24 12:45:00' ,'Balou' , NULL),
('chien', 'M','2008-03-10 13:43:00' ,'Pataud' , NULL),
('chien', 'M','2007-04-24 12:42:00' , 'Bouli', NULL),
('chien', 'M', '2009-03-05 13:54:00','Zoulou' , NULL),
('chien', 'M','2007-04-12 05:23:00' ,'Cartouche' , NULL),
('chien', 'M', '2006-05-14 15:50:00', 'Zambo', NULL),
('chien', 'M','2006-05-14 15:48:00' ,'Samba' , NULL),
('chien', 'M', '2008-03-10 13:40:00','Moka' , NULL),
('chien', 'M', '2006-05-14 15:40:00','Pilou' , NULL),
('chat', 'M','2009-05-14 06:30:00' , 'Fiero', NULL),
('chat', 'M','2007-03-12 12:05:00' ,'Zonko', NULL),
('chat', 'M','2008-02-20 15:45:00' , 'Filou', NULL),
('chat', 'M','2007-03-12 12:07:00' , 'Farceur', NULL),
('chat', 'M','2006-05-19 16:17:00' ,'Caribou' , NULL),
('chat', 'M','2008-04-20 03:22:00' , 'Capou', NULL),
('chat', 'M','2006-05-19 16:56:00' , 'Raccou', 'Pas de queue depuis la
naissance');
```

Vous n'avez alors qu'à taper :

```
SOURCE remplissageAnimal.sql;
```

LOAD DATA INFILE

À nouveau, copiez-collez le texte ci-dessous dans votre éditeur de texte, et enregistrez le fichier. Cette fois, sous le nom `animal.csv`.

```
"chat";"M";"2009-05-14 06:42:00";"Boucan";NULL
"chat";"F";"2006-05-19 16:06:00";"Callune";NULL
"chat";"F";"2009-05-14 06:45:00";"Boule";NULL
"chat";"F";"2008-04-20 03:26:00";"Zara";NULL
"chat";"F";"2007-03-12 12:00:00";"Milla";NULL
"chat";"F";"2006-05-19 15:59:00";"Feta";NULL
"chat";"F";"2008-04-20 03:20:00";"Bilba";"Sourde de l'oreille droite à 80%"
"chat";"F";"2007-03-12 11:54:00";"Cracotte";NULL
"chat";"F";"2006-05-19 16:16:00";"Cawette";NULL
"tortue";"F";"2007-04-01 18:17:00";"Nikki";NULL
"tortue";"F";"2009-03-24 08:23:00";"Tortilla";NULL
"tortue";"F";"2009-03-26 01:24:00";"Scroupy";NULL
"tortue";"F";"2006-03-15 14:56:00";"Lulla";NULL
```

```
"tortue";"F";"2008-03-15 12:02:00";"Dana";NULL
"tortue";"F";"2009-05-25 19:57:00";"Cheli";NULL
"tortue";"F";"2007-04-01 03:54:00";"Chicaca";NULL
"tortue";"F";"2006-03-15 14:26:00";"Redbul";"Insomniaque"
"tortue";"M";"2007-04-02 01:45:00";"Spoutnik";NULL
"tortue";"M";"2008-03-16 08:20:00";"Bubulle";NULL
"tortue";"M";"2008-03-15 18:45:00";"Relou";"Surpoids"
"tortue";"M";"2009-05-25 18:54:00";"Bulbizard";NULL
"perroquet";"M";"2007-03-04 19:36:00";"Safran";NULL
"perroquet";"M";"2008-02-20 02:50:00";"Gingko";NULL
"perroquet";"M";"2009-03-26 08:28:00";"Bavard";NULL
"perroquet";"F";"2009-03-26 07:55:00";"Parlotte";NULL
```

Attention, le fichier doit se terminer par un saut de ligne !

Exécutez ensuite la commande suivante :

```
LOAD DATA LOCAL INFILE 'animal.csv'
INTO TABLE Animal
FIELDS TERMINATED BY ';' ENCLOSED BY '"'
LINES TERMINATED BY '\n' -- ou '\r\n' selon l'ordinateur et le programme utilisés pour créer le fichier
(espece, sexe, date_naissance, nom, commentaires);
```

Et hop ! Vous avez plus d'une cinquantaine d'animaux dans votre table.
Si vous voulez vérifier, je rappelle que vous pouvez utiliser la commande suivante, qui vous affichera toutes les données contenues dans la table *Animal*.

```
SELECT * FROM Animal;
```

Nous pouvons maintenant passer au chapitre suivant !

En résumé

- Pour insérer des lignes dans une table, on utilise la commande

  ```
  INSERT INTO nom_table [(colonne1, colonne2, ...)] VALUES (valeur1, valeur2, ...);
  ```

- Si l'on ne précise pas à quelles colonnes on donne une valeur, il faut donner une valeur à toutes les colonnes, et dans le bon ordre.

- Il est possible d'insérer plusieurs lignes en une fois, en séparant les listes de valeurs par une virgule.
- Si l'on a un fichier texte contenant des requêtes SQL, on peut l'exécuter en utilisant `SOURCE nom_fichier;` ou `\. nom_fichier;`.
- La commande `LOAD DATA [LOCAL] INFILE` permet de charger des données dans une table à partir d'un fichier formaté (.csv par exemple).

Chapitre 8

Sélection de données

Comme son nom l'indique, ce chapitre traitera de la sélection et de l'affichage de données.
Au menu :

- syntaxe de la requête `SELECT` (que vous avez déjà croisée il y a quelque temps) ;
- sélection de données répondant à certaines conditions ;
- tri des données ;
- élimination des données en double ;
- récupération de seulement une partie des données (uniquement les 10 premières lignes, par exemple).

Motivés ? Alors c'est parti !!!

Syntaxe de SELECT

La requête qui permet de sélectionner et afficher des données s'appelle `SELECT`. Nous l'avons déjà un peu utilisée dans le chapitre d'installation, ainsi que pour afficher tout le contenu de la table *Animal*.
`SELECT` permet donc d'afficher des données directement. Des chaînes de caractères, des résultats de calculs, etc.
Exemple

```
SELECT 'Hello World !';
SELECT 3+2;
```

`SELECT` permet également de sélectionner des données à partir d'une table. Pour cela, il faut ajouter une clause à la commande `SELECT` : la clause `FROM`, qui définit de quelle structure (dans notre cas, une table) viennent les données.

```
SELECT colonne1, colonne2, ...
FROM nom_table;
```

Par exemple, si l'on veut sélectionner l'espèce, le nom et le sexe des animaux présents dans la table *Animal*, on utilisera :

```
SELECT espece, nom, sexe
FROM Animal;
```

Sélectionner toutes les colonnes

Si vous désirez sélectionner toutes les colonnes, vous pouvez utiliser le caractère * dans votre requête :

```
SELECT *
FROM Animal;
```

Il est cependant déconseillé d'utiliser `SELECT *` trop souvent. Donner

explicitement le nom des colonnes dont vous avez besoin présente deux avantages :

- d'une part, vous êtes certains de ce que vous récupérez ;
- d'autre part, vous récupérez uniquement ce dont vous avez vraiment besoin, ce qui permet d'économiser des ressources.

Le désavantage est bien sûr que vous avez plus à écrire, mais le jeu en vaut la chandelle.
Comme vous avez pu le constater, les requêtes `SELECT` faites jusqu'à présent sélectionnent toutes les lignes de la table. Or, bien souvent, on ne veut qu'une partie des données. Dans la suite de ce chapitre, nous allons voir ce que nous pouvons ajouter à cette requête `SELECT` pour faire des sélections à l'aide de critères.

La clause WHERE

La clause `WHERE` ("où" en anglais) permet de restreindre les résultats selon des critères de recherche. On peut par exemple vouloir ne sélectionner que les chiens :

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE espece='chien';
```

Comme 'chien' est une chaîne de caractères, je dois bien sûr l'entourer de guillemets.

Les opérateurs de comparaison

Les opérateurs de comparaison sont les symboles que l'ont utilise pour définir les critères de recherche (le = dans notre exemple précédent). Huit opérateurs simples peuvent être utilisés.

Opérateur	Signification
=	égal
<	inférieur
<=	inférieur ou égal
>	supérieur
>=	supérieur ou égal
<> ou !=	différent
<=>	égal (valable pour `NULL` aussi)

Exemples :

```sql
SELECT *
FROM Animal
WHERE date_naissance < '2008-01-01'; -- Animaux nés avant 2008

SELECT *
FROM Animal
WHERE espece <> 'chat'; -- Tous les animaux sauf les chats
```

Combinaisons de critères

Tout ça c'est bien beau, mais comment faire si on veut les chats et les chiens par exemple ? Faut-il faire deux requêtes ?
Non bien sûr, il suffit de combiner les critères. Pour cela, il faut des opérateurs logiques, qui sont au nombre de quatre :

Opérateur	Symbole	Signification
`AND`	&&	ET
`OR`	||	OU
`XOR`		OU exclusif
`NOT`	!	NON

Voici quelques exemples, sûrement plus efficaces qu'un long discours.

AND

Je veux sélectionner toutes les chattes. Je veux donc sélectionner les animaux qui sont à la fois des chats ET des femelles. J'utilise l'opérateur `AND` :

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE espece='chat'
    AND sexe='F';
-- OU
SELECT *
FROM Animal
WHERE espece='chat'
    && sexe='F';
```

OR

Sélection des tortues et des perroquets. Je désire donc obtenir les animaux qui sont des tortues OU des perroquets :

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE espece='tortue'
    OR espece='perroquet';
-- OU
SELECT *
FROM Animal
WHERE espece='tortue'
    || espece='perroquet';
```

Je vous conseille d'utiliser plutôt OR que ||, car dans la majorité des SGBDR (et dans la norme SQL), l'opérateur || sert à la concaténation. C'est-à-dire à rassembler plusieurs chaînes de caractères en une seule. Il vaut donc mieux prendre l'habitude d'utiliser OR, au cas où vous changeriez un jour de SGBDR (ou tout simplement parce que c'est une bonne habitude).

NOT

Sélection de tous les animaux femelles sauf les chiennes.

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE sexe='F'
    AND NOT espece='chien';
```

```sql
-- OU
SELECT *
FROM Animal
WHERE sexe='F'
    AND ! espece='chien';
```

XOR

Sélection des animaux qui sont soit des mâles, soit des perroquets (mais pas les deux) :

```sql
SELECT *
FROM Animal
WHERE sexe='M'
    XOR espece='perroquet';
```

Et voilà pour les opérateurs logiques. Rien de bien compliqué, et pourtant, c'est souvent source d'erreur. Pourquoi ? Tout simplement parce que tant que vous n'utilisez qu'un seul opérateur logique, tout va très bien. Mais on a souvent besoin de combiner plus de deux critères, et c'est là que ça se corse.

Sélection complexe

Lorsque vous utilisez plusieurs critères, et que vous devez donc combiner plusieurs opérateurs logiques, il est extrêmement important de bien structurer la requête. En particulier, il faut placer des parenthèses au bon endroit. En effet, cela n'a pas de sens de mettre plusieurs opérateurs logiques différents sur un même niveau.
Petit exemple simple :
Critères : rouge AND vert OR bleu
Qu'accepte-t-on ?

- Ce qui est rouge et vert, et ce qui est bleu ?
- Ou ce qui est rouge et, soit vert soit bleu ?

Dans le premier cas, [rouge, vert] et [bleu] seraient acceptés. Dans le deuxième, c'est [rouge, vert] et [rouge, bleu] qui seront acceptés, et non [bleu].
En fait, le premier cas correspond à (rouge AND vert) OR bleu, et le

deuxième cas à rouge `AND` (vert `OR` bleu).
Avec des parenthèses, pas moyen de se tromper sur ce qu'on désire sélectionner !

Exercice/Exemple

Alors, imaginons une requête bien tordue…
Je voudrais les animaux qui sont, soit nés après 2009, soit des chats mâles ou femelles, mais dans le cas des femelles, elles doivent être nées avant juin 2007.
Je vous conseille d'essayer d'écrire cette requête tout seuls. Si vous n'y arrivez pas, voici une petite aide : l'astuce, c'est de penser en niveaux. Je vais donc découper ma requête.
Je cherche :

- les animaux nés après 2009 ;
- les chats mâles et femelles (uniquement nées avant juin 2007 pour les femelles).

C'est mon premier niveau. L'opérateur logique sera `OR` puisqu'il faut que les animaux répondent à un seul des deux critères pour être sélectionnés.
On continue à découper. Le premier critère ne peut plus être subdivisé, contrairement au deuxième. Je cherche :

- les animaux nés après 2009 ;
- les chats :
    - mâles ;
    - et femelles nées avant juin 2007.

Et voilà, vous avez bien défini les différents niveaux, il n'y a plus qu'à écrire la requête avec les bons opérateurs logiques !

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE date_naissance > '2009-12-31'
    OR
    ( espece='chat'
         AND
        ( sexe='M'
            OR
            ( sexe='F' AND date_naissance < '2007-06-01' )
        )
```

```
);
```

Le cas de NULL

Vous vous souvenez sans doute de la liste des opérateurs de comparaison que je vous ai présentée (sinon, retournez au début de la partie sur la clause `WHERE`). Vous avez probablement été un peu étonnés de voir dans cette liste l'opérateur `<=>` : égal (valable aussi pour `NULL`). D'autant plus que j'ai fait un peu semblant de rien et ne vous ai pas donné d'explication sur cette mystérieuse précision "aussi valable pour `NULL`". Mais je vais me rattraper maintenant ! En fait, c'est très simple, le marqueur `NULL` (qui représente donc "pas de valeur") est un peu particulier. En effet, vous ne pouvez pas tester directement `colonne = NULL`. Essayons donc :

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE nom = NULL; -- sélection des animaux sans nom

SELECT *
FROM Animal
WHERE commentaires <> NULL; -- sélection des animaux pour lesquels un
commentaire existe
```

Comme vous pouvez vous en douter après ma petite introduction, ces deux requêtes ne renvoient pas les résultats que l'on pourrait espérer. En fait, elles ne renvoient aucun résultat. C'est donc ici qu'intervient notre opérateur de comparaison un peu spécial `<=>` qui permet de reconnaître `NULL`. Une autre possibilité est d'utiliser les mots-clés `IS NULL`, et si l'on veut exclure les `NULL` : `IS NOT NULL`. Nous pouvons donc réécrire nos requêtes, correctement cette fois-ci :

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE nom <=> NULL; -- sélection des animaux sans nom
-- OU
SELECT *
FROM Animal
WHERE nom IS NULL;

SELECT *
FROM Animal
```

```
WHERE commentaires IS NOT NULL; -- sélection des animaux pour lesquels un commentaire existe
```

Cette fois-ci, ça fonctionne parfaitement !

id	espece	sexe	date_naissance	nom	commentaires
4	tortue	F	2009-08-03 05:12:00	NULL	NULL
9	tortue	NULL	2010-08-23 05:18:00	NULL	NULL

id	espece	sexe	date_naissance	nom	commentaires
1	chien	M	2010-04-05 13:43:00	Rox	Mordille beaucoup
5	chat	NULL	2010-10-03 16:44:00	Choupi	Né sans oreille gauche
6	tortue	F	2009-06-13 08:17:00	Bobosse	Carapace bizarre
35	chat	M	2006-05-19 16:56:00	Raccou	Pas de queue depuis la naissance
52	tortue	F	2006-03-15 14:26:00	Redbul	Insomniaque
55	tortue	M	2008-03-15 18:45:00	Relou	Surpoids

Tri des données

Lorsque vous faites un `SELECT`, les données sont récupérées dans un ordre défini par MySQL, mais qui n'a aucun sens pour vous. Vous avez sans doute l'impression que MySQL renvoie tout simplement les lignes dans l'ordre dans lequel elles ont été insérées, mais ce n'est pas exactement le cas. En effet, si vous supprimez des lignes, puis en ajoutez de nouvelles, les nouvelles lignes viendront remplacer les anciennes dans l'ordre de MySQL. Or, bien souvent, vous voudrez trier à votre manière. Par date de naissance par exemple, ou bien par espèce, ou par sexe, etc.
Pour trier vos données, c'est très simple, il suffit d'ajouter **`ORDER BY`** `tri` à votre requête (après les critères de sélection de `WHERE` s'il y en a) et de remplacer "tri" par la colonne sur laquelle vous voulez trier

vos données bien sûr.
Par exemple, pour trier par date de naissance :

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE espece='chien'
ORDER BY date_naissance;
```

Et hop ! Vos données sont triées, les plus vieux chiens sont récupérés en premier, les jeunes à la fin.

Tri ascendant ou descendant

Tout ça c'est bien beau, j'ai mes chiens triés du plus vieux au plus jeune. Et si je veux le contraire ?
Pour déterminer le sens du tri effectué, SQL possède deux mots-clés : `ASC` pour ascendant, et `DESC` pour descendant. Par défaut, si vous ne précisez rien, c'est un tri ascendant qui est effectué : du plus petit nombre au plus grand, de la date la plus ancienne à la plus récente, et pour les chaînes de caractères et les textes, c'est l'ordre alphabétique normal qui est utilisé.
Si par contre vous utilisez le mot `DESC`, l'ordre est inversé : plus grand nombre d'abord, date la plus récente d'abord, et ordre anti-alphabétique pour les caractères.

Petit cas particulier : les ENUM sont des chaînes de caractères, mais sont triés selon l'ordre dans lequel les possibilités ont été définies. Si par exemple on définit une colonne exemple ENUM('a', 'd', 'c', 'b'), l'ordre ASC sera 'a', 'd', 'c' puis 'b' et l'ordre DESC 'b', 'c', 'd' suivi de 'a'.

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE espece='chien'
    AND nom IS NOT NULL
ORDER BY nom DESC;
```

Trier sur plusieurs colonnes

Il est également possible de trier sur plusieurs colonnes. Par exemple, si vous voulez que les résultats soient triés par espèce et, dans chaque espèce, triés par date de naissance, il suffit de donner les deux colonnes correspondantes à `ORDER BY` :

```
SELECT *
FROM Animal
ORDER BY espece, date_naissance;
```

L'ordre dans lequel vous donnez les colonnes est important, le tri se fera d'abord sur la première colonne donnée, puis sur la seconde, etc.

Vous pouvez trier sur autant de colonnes que vous voulez.

Éliminer les doublons

Il peut arriver que MySQL vous donne plusieurs fois le même résultat. Non pas parce que MySQL fait des bêtises, mais tout simplement parce que certaines informations sont présentes plusieurs fois dans la table.
Petit exemple très parlant : vous voulez savoir quelles sont les espèces que vous possédez dans votre élevage. Facile, une petite requête :

```
SELECT espece
FROM Animal;
```

En effet, vous allez bien récupérer toutes les espèces que vous possédez, mais si vous avez 500 chiens, vous allez récupérer 500 lignes 'chien'.
Un peu embêtant lorsque la table devient bien remplie.
Heureusement, il y a une solution : le mot-clé `DISTINCT`.
Ce mot-clé se place juste après `SELECT` et permet d'éliminer les doublons.

```
SELECT DISTINCT espece
FROM Animal;
```

Ceci devrait gentiment vous ramener quatre lignes avec les quatre espèces qui se trouvent dans la table. C'est quand même plus clair non ?
Attention cependant, pour éliminer un doublon, il faut que toute la ligne **sélectionnée** soit égale à une autre ligne du jeu de résultats. Ça peut paraître logique, mais cela en perd plus d'un. Ne seront donc prises en compte que les colonnes que vous avez précisées dans votre `SELECT`. Uniquement *especе* donc, dans notre exemple.

Restreindre les résultats

En plus de restreindre une recherche en lui donnant des critères grâce à la clause `WHERE`, il est possible de restreindre le nombre de lignes récupérées.
Cela se fait grâce à la clause `LIMIT`.

Syntaxe

`LIMIT` s'utilise avec deux paramètres.

- Le nombre de lignes que l'on veut récupérer.
- Le décalage, introduit par le mot-clé `OFFSET` et qui indique à partir de quelle ligne on récupère les résultats. Ce paramètre est facultatif. S'il n'est pas précisé, il est mis à 0.

```
LIMIT nombre_de_lignes [OFFSET decalage];
```

Exemple :

```
SELECT *
FROM Animal
ORDER BY id
LIMIT 6 OFFSET 0;

SELECT *
FROM Animal
ORDER BY id
LIMIT 6 OFFSET 3;
```

Avec la première requête, vous devriez obtenir six lignes, les six plus petits *id* puisque nous n'avons demandé aucun décalage (`OFFSET 0`).

id	espece	sexe	date_naissance	nom	commentaires
1	chien	M	2010-04-05 13:43:00	Rox	Mordille beaucoup
2	chat	NULL	2010-03-24 02:23:00	Roucky	NULL
3	chat	F	2010-09-13 15:02:00	Schtroumpfe	NULL
4	tortue	F	2009-08-03 05:12:00	NULL	NULL
5	chat	NULL	2010-10-03 16:44:00	Choupi	Né sans oreille gauche
6	tortue	F	2009-06-13 08:17:00	Bobosse	Carapace bizarre

Par contre, dans la deuxième, vous récupérez toujours six lignes, mais vous devriez commencer au quatrième plus petit *id*, puisqu'on a demandé un décalage de trois lignes.

id	espece	sexe	date_naissance	nom	commentaires
4	tortue	F	2009-08-03 05:12:00	NULL	NULL
5	chat	NULL	2010-10-03 16:44:00	Choupi	Né sans oreille gauche

6	tortue	F	2009-06-13 08:17:00	Bobosse	Carapace bizarre
7	chien	F	2008-12-06 05:18:00	Caroline	NULL
8	chat	M	2008-09-11 15:38:00	Bagherra	NULL
9	tortue	NULL	2010-08-23 05:18:00	NULL	NULL

Exemple avec un seul paramètre :

```
SELECT *
FROM Animal
ORDER BY id
LIMIT 10;
```

Cette requête est donc équivalente à :

```
SELECT *
FROM Animal
ORDER BY id
LIMIT 10 OFFSET 0;
```

Syntaxe alternative

MySQL accepte une autre syntaxe pour la clause `LIMIT`. Ce n'est cependant pas la norme SQL donc idéalement vous devriez toujours utiliser la syntaxe officielle. Vous vous apercevrez toutefois que cette syntaxe est énormément usitée, je ne pouvais donc pas ne pas la mentionner

```
SELECT *
FROM Animal
ORDER BY id
LIMIT [decalage, ]nombre_de_lignes;
```

Tout comme pour la syntaxe officielle, le décalage n'est pas obligatoire, et vaudra 0 par défaut. Si vous le précisez, n'oubliez pas la virgule entre le décalage et le nombre de lignes désirées.

En résumé

- La commande `SELECT` permet d'afficher des données.
- La clause `WHERE` permet de préciser des critères de sélection.
- Il est possible de trier les données grâce à **`ORDER BY`**, selon un ordre ascendant (`ASC`) ou descendant (`DESC`).
- Pour éliminer les doublons, on utilise le mot-clé `DISTINCT`, juste après `SELECT`.
- **`LIMIT`** `nb_lignes` **`OFFSET`** `decalage` permet de sélectionner uniquement *nb_lignes* de résultats, avec un certain décalage.

Chapitre 9

Élargir les possibilités de la clause WHERE

Dans le chapitre précédent, vous avez découvert la commande `SELECT`, ainsi que plusieurs clauses permettant de restreindre et d'ordonner les résultats selon différents critères. Nous allons maintenant revenir plus particulièrement sur la clause `WHERE`. Jusqu'ici, les conditions permises par `WHERE` étaient très basiques. Mais cette clause offre bien d'autres possibilités parmi lesquelles :

- la comparaison avec une valeur incomplète (chercher les animaux dont le nom commence par une certaine lettre par exemple) ;
- la comparaison avec un intervalle de valeurs (entre 2 et 5 par exemple) ;
- la comparaison avec un ensemble de valeurs (comparaison

avec 5, 6, 10 ou 12 par exemple).

Recherche approximative

Pour l'instant, nous avons vu huit opérateurs de comparaison :

Opérateur	Signification
=	égal
<	inférieur
<=	inférieur ou égal
>	supérieur
>=	supérieur ou égal
<> ou !=	différent
<=>	égal (valable pour `NULL` aussi)

À l'exception de `<=>` qui est un peu particulier, ce sont les opérateurs classiques, que vous retrouverez dans tous les langages informatiques. Cependant, il arrive que ces opérateurs ne soient pas suffisants. En particulier pour des recherches sur des chaînes de caractères. En effet, comment faire lorsqu'on ne sait pas si le mot que l'on recherche est au singulier ou au pluriel par exemple ? Ou si l'on cherche toutes les lignes dont le champ "commentaires" contient un mot particulier ?
Pour ce genre de recherches, l'opérateur `LIKE` est très utile, car il permet de faire des recherches en utilisant des "jokers", c'est-à-dire des caractères qui représentent n'importe quel caractère.
Deux jokers existent pour `LIKE` :

- `'%'` : qui représente n'importe quelle chaîne de caractères, quelle que soit sa longueur (y compris une chaîne de longueur 0) ;
- `'_'` : qui représente un seul caractère (ou aucun).

Quelques exemples :

- `'b%'` cherchera toutes les chaînes de caractères commençant par `'b'` (`'brocoli'`, `'bouli'`, `'b'`)
- `'B_'` cherchera toutes les chaînes de caractères contenant une ou deux lettres dont la première est `'b'` (`'ba'`, `'bf'`, `'b'`)

- `'%ch%ne'` cherchera toutes les chaînes de caractères contenant `'ch'` et finissant par `'ne'` (`'chne'`, `'chine'`, `'échine'`, `'le pays le plus peuplé du monde est la Chine'`)
- `'_ch_ne'` cherchera toutes les chaînes de caractères commençant par `'ch'`, éventuellement précédées d'une seule lettre, suivies de zéro ou d'un caractère au choix et enfin se terminant par `'ne'` (`'chine'`, `'chne'`, `'echine'`)

Rechercher '%' ou '_'

Comment faire si vous cherchez une chaîne de caractères contenant '%' ou '_' ? Évidemment, si vous écrivez `LIKE '%'` ou `LIKE '_'`, MySQL vous donnera absolument toutes les chaînes de caractères dans le premier cas, et toutes les chaînes de 0 ou 1 caractère dans le deuxième.
Il faut donc signaler à MySQL que vous ne désirez pas utiliser % ou _ en tant que joker, mais bien en tant que caractère de recherche. Pour ça, il suffit de mettre le caractère d'échappement \, dont je vous ai déjà parlé, devant le `'%'` ou le `'_'`.
Exemple :

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE commentaires LIKE '%\%%';
```

Résultat :

id	espece	sexe	date_naissance	nom	commentaires
42	chat	F	2008-04-20 03:20:00	Bilba	Sourde de l'oreille droite à 80%

Exclure une chaîne de caractères

C'est logique, mais je précise quand même (et puis ça fait un petit rappel) : l'opérateur logique `NOT` est utilisable avec `LIKE`. Si l'on veut rechercher les animaux dont le nom ne contient pas la lettre a, on peut donc écrire :

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE nom NOT LIKE '%a%';
```

Sensibilité à la casse

Vous l'aurez peut-être remarqué en faisant des essais, `LIKE 'chaîne de caractères'` n'est pas sensible à la casse (donc aux différences majuscules-minuscules). Pour rappel, ceci est dû à l'interclassement. Nous avons gardé l'interclassement par défaut du jeu de caractère UTF-8, qui n'est pas sensible à la casse.
Si vous désirez faire une recherche sensible à la casse, vous pouvez définir votre chaîne de recherche comme une chaîne de type binaire, et non plus comme une simple chaîne de caractères :

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE nom LIKE '%Lu%'; -- insensible à la casse

SELECT *
FROM Animal
WHERE nom LIKE BINARY '%Lu%'; -- sensible à la casse
```

Recherche dans les numériques

Vous pouvez bien entendu utiliser des chiffres dans une chaîne de caractères. Après tout, ce sont des caractères comme les autres. Par contre, utiliser `LIKE` sur un type numérique (`INT` par exemple), c'est déjà plus étonnant.
Et pourtant, MySQL le permet. Attention cependant, il s'agit bien d'une particularité MySQL, qui prend souvent un malin plaisir à étendre la norme SQL pure.
`LIKE '1%'` sur une colonne de type numérique trouvera donc des nombres comme 10, 1000, 153

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE id LIKE '1%';
```

Recherche dans un intervalle

Il est possible de faire une recherche sur un intervalle à l'aide uniquement des opérateurs de comparaison >= et <=. Par exemple, on peut rechercher les animaux qui sont nés entre le 5 janvier 2008 et le 23 mars 2009 de la manière suivante :

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE date_naissance <= '2009-03-23'
    AND date_naissance >= '2008-01-05';
```

Ça fonctionne très bien. Cependant, SQL dispose d'un opérateur spécifique pour les intervalles, qui pourrait vous éviter les erreurs d'inattention classiques (< au lieu de > par exemple) en plus de rendre votre requête plus lisible et plus performante : `BETWEEN minimum AND maximum` (*between* signifie "entre" en anglais). La requête précédente peut donc s'écrire :

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE date_naissance BETWEEN '2008-01-05' AND '2009-03-23';
```

`BETWEEN` peut s'utiliser avec des dates, mais aussi avec des nombres (`BETWEEN 0 AND 100`) ou avec des chaînes de caractères (`BETWEEN 'a' AND 'd'`) auquel cas c'est l'ordre alphabétique qui sera utilisé (toujours insensible à la casse sauf si l'on utilise des chaînes binaires : `BETWEEN BINARY 'a' AND BINARY 'd'`).
Bien évidemment, on peut aussi exclure un intervalle avec `NOT BETWEEN`.

Set de critères

Le dernier opérateur à utiliser dans la clause `WHERE` que nous verrons dans ce chapitre est `IN`. Ce petit mot de deux lettres, bien souvent méconnu des débutants, va probablement vous permettre d'économiser du temps et des lignes.

Imaginons que vous vouliez récupérer les informations des animaux répondant aux doux noms de Moka, Bilba, Tortilla, Balou, Dana, Redbul et Gingko. Jusqu'à maintenant, vous auriez sans doute fait quelque chose comme ça :

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE nom = 'Moka'
    OR nom = 'Bilba'
    OR nom = 'Tortilla'
    OR nom = 'Balou'
    OR nom = 'Dana'
    OR nom = 'Redbul'
    OR nom = 'Gingko';
```

Un peu fastidieux non ? Eh bien réjouissez-vous, car `IN` est dans la place ! Cet opérateur vous permet de faire des recherches parmi une liste de valeurs. Parfait pour nous donc, qui voulons rechercher les animaux correspondant à une liste de noms. Voici la manière d'utiliser `IN` :

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE nom IN ('Moka', 'Bilba', 'Tortilla', 'Balou', 'Dana', 'Redbul',
'Gingko');
```

C'est quand même plus agréable à écrire !

En résumé

- L'opérateur `LIKE` permet de faire des recherches approximatives, grâce aux deux caractères "joker" : `'%'` (qui représente 0 ou plusieurs caractères) et `'_'` (qui représente 0 ou 1 caractère).
- L'opérateur `BETWEEN` permet de faire une recherche sur un intervalle. `WHERE colonne BETWEEN a AND b` étant équivalent à `WHERE colonne >= a AND colonne <= b`.
- Enfin, l'opérateur `IN` permet de faire une recherche sur une liste de valeurs.

Chapitre 10

Suppression et modification de données

Vous savez comment insérer des données, vous savez comment les sélectionner et les ordonner selon les critères de votre choix, il est temps maintenant d'apprendre à les supprimer et les modifier ! Avant cela, un petit détour par le client *mysqldump*, qui vous permet de sauvegarder vos bases de données. Je ne voudrais en effet pas vous lâcher dans le chapitre de suppression de données sans que vous n'ayez la possibilité de faire un backup de votre base. Je vous connais, vous allez faire des bêtises, et vous direz encore que c'est de ma faute…

Sauvegarde d'une base de données

Il est bien utile de pouvoir sauvegarder facilement sa base de données, et très important de la sauvegarder régulièrement. Une mauvaise manipulation (ou un méchant pirate s'il s'agit d'un site web) et toutes les données peuvent disparaître. MySQL dispose donc d'un outil spécialement dédié à la sauvegarde des données sous forme de fichiers texte : `mysqldump`.
Cette fonction de sauvegarde s'utilise à partir de la console. Vous devez donc être déconnectés de MySQL pour la lancer. Si vous êtes connectés, tapez simplement
Vous êtes maintenant dans la console Windows (ou Mac, ou Linux). La manière classique de faire une sauvegarde d'une base de données est de taper la commande suivante :

```
mysqldump -u user -p --opt nom_de_la_base > sauvegarde.sql
```

Décortiquons cette commande.

- : il s'agit du client permettant de sauvegarder les bases. Rien de spécial à signaler.
- : c'est une option de `mysqldump` qui lance la commande avec une série de paramètres qui font que la commande s'effectue très rapidement.
- : vous l'avez sans doute deviné, c'est ici qu'il faut indiquer le nom de la base qu'on veut sauvegarder.
- : le signe > indique que l'on va donner la destination de ce qui va être généré par la commande : `sauvegarde.sql`. Il s'agit du nom du fichier qui contiendra la sauvegarde de notre base. Vous pouvez bien sûr l'appeler comme bon vous semble.

Lancez la commande suivante pour sauvegarder *elevage* dans votre dossier courant (c'est-à-dire le dossier dans lequel vous étiez au moment de la connexion) :

```
mysqldump -u sdz -p --opt elevage > elevage_sauvegarde.sql
```

Puis, allez voir dans le dossier. Vous devriez y trouver un fichier elevage_sauvegarde.sql. Ouvrez-le avec un éditeur de texte.
Vous pouvez voir nombre de commandes SQL qui servent à la création des tables de la base de données, ainsi qu'à l'insertion des données. S'ajoutent à cela quelques commandes qui vont sélectionner le bon encodage, etc.

Vous pouvez bien entendu sauver votre fichier dans un autre dossier que celui où vous êtes au moment de lancer la commande. Il suffit pour cela de préciser le chemin vers le dossier désiré. Ex : C:\"Mes Documents"\mysql\sauvegardes\elevage_sauvegarde.sql au lieu de elevage_sauvegarde.sql

La base de données est donc sauvegardée. Notez que la commande pour créer la base elle-même n'est pas sauvée. Donc, si vous effacez votre base par mégarde, il vous faut d'abord recréer la base de données (avec `CREATE DATABASE nom_base`), puis exécuter la commande suivante (dans la console) :

```
mysql nom_base < chemin_fichier_de_sauvegarde.sql
```

Concrètement, dans notre cas :

```
mysql elevage < elevage_sauvegarde.sql
```

Ou, directement à partir de MySQL :

```
USE nom_base;
SOURCE fichier_de_sauvegarde.sql;
```

Donc :

```
USE elevage;
```

```
SOURCE elevage_sauvegarde.sql;
```

Vous savez maintenant sauvegarder de manière simple vos bases de données. Notez que je ne vous ai donné ici qu'une manière d'utiliser mysqldump. En effet, cette commande possède de nombreuses options. Si cela vous intéresse, je vous renvoie à la documentation de MySQL qui sera toujours plus complète que moi.

Suppression

La commande utilisée pour supprimer des données est `DELETE`. Cette opération est irréversible, soyez très prudents !
On utilise la clause `WHERE` de la même manière qu'avec la commande `SELECT` pour préciser quelles lignes doivent être supprimées.

```
DELETE FROM nom_table
WHERE critères;
```

Par exemple : Zoulou est mort, paix à son âme... Nous allons donc le retirer de la base de données.

```
DELETE FROM Animal
WHERE nom = 'Zoulou';
```

Et voilà, plus de Zoulou !
Si vous désirez supprimer toutes les lignes d'une table, il suffit de ne pas préciser de clause `WHERE`.

```
DELETE FROM Animal;
```

Attention, je le répète, cette opération est irréversible. Soyez toujours bien sûrs d'avoir sous la main une sauvegarde de votre base de données au cas où vous regretteriez votre geste (on ne pourra pas dire que je ne vous ai pas prévenus).

Modification

La modification des données se fait grâce à la commande `UPDATE`, dont la syntaxe est la suivante :

```
UPDATE nom_table
SET col1 = val1 [, col2 = val2, ...]
[WHERE ...];
```

Par exemple, vous étiez persuadés que ce petit Pataud était un mâle mais, quelques semaines plus tard, vous vous rendez compte de votre erreur. Il vous faut donc modifier son sexe, mais aussi son nom. Voici la requête qui va vous le permettre :

```
UPDATE Animal
SET sexe='F', nom='Pataude'
WHERE id=21;
```

Vérifiez d'abord chez vous que l'animal portant le numéro d'identification 21 est bien Pataud. J'utilise ici la clé primaire (donc *id*) pour identifier la ligne à modifier, car c'est la seule manière d'être sûr que je ne modifierai que la ligne que je désire. En effet, il est possible que plusieurs animaux aient pour nom "Pataud". Ce n'est a priori pas notre cas, mais prenons tout de suite de bonnes habitudes.

Tout comme pour la commande DELETE, si vous

omettez la clause WHERE dans un UPDATE, la modification se fera sur toutes les lignes de la table. Soyez prudents !

La requête suivante changerait donc le commentaire de tous les animaux stockés dans la table *Animal* (ne l'exécutez pas).

```
UPDATE Animal
SET commentaires='modification de toutes les lignes';
```

En résumé

- Le client *mysqldump* est un programme qui permet de sauvegarder facilement ses bases de données.
- La commande `DELETE` permet de supprimer des données.
- La commande `UPDATE` permet de modifier des données.

Deuxième partie

Index, jointures et sous-requêtes

Chapitre 11

Index

Un index est une structure qui reprend la liste ordonnée des valeurs auxquelles il se rapporte.
Les index sont utilisés pour accélérer les requêtes (notamment les requêtes impliquant plusieurs tables, ou les requêtes de recherche), et sont indispensables à la création de clés, étrangères et primaires, qui permettent de garantir l'intégrité des données de la base et dont nous discuterons au chapitre suivant.
Au programme de ce chapitre :

- Qu'est-ce qu'un index et comment est-il représenté ?
- En quoi un index peut-il accélérer une requête ?
- Quels sont les différents types d'index ?
- Comment créer (et supprimer) un index ?
- Qu'est-ce que la recherche `FULLTEXT` et comment fonctionne-t-elle ?

Etat actuelle de la base de données

Note : les tables de test ne sont pas reprises

```
SET NAMES utf8;

DROP TABLE IF EXISTS Animal;

CREATE TABLE Animal (
  id smallint(6) UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  espece varchar(40) NOT NULL,
  sexe char(1) DEFAULT NULL,
  date_naissance datetime NOT NULL,
  nom varchar(30) DEFAULT NULL,
  commentaires text,
  PRIMARY KEY (id)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=61 DEFAULT CHARSET=utf8;

LOCK TABLES Animal WRITE;
INSERT INTO Animal VALUES
(1,'chien','M','2010-04-05 13:43:00','Rox','Mordille beaucoup'),
(2,'chat',NULL,'2010-03-24 02:23:00','Roucky',NULL),(3,'chat','F','2010-09-13
15:02:00','Schtroumpfette',NULL),
(4,'tortue','F','2009-08-03 05:12:00',NULL,NULL),(5,'chat',NULL,'2010-10-03
16:44:00','Choupi','Né sans oreille gauche'),(6,'tortue','F','2009-06-13
08:17:00','Bobosse','Carapace bizarre'),
(7,'chien','F','2008-12-06 05:18:00','Caroline',NULL),(8,'chat','M','2008-09-11
15:38:00','Bagherra',NULL),(9,'tortue',NULL,'2010-08-23 05:18:00',NULL,NULL),
(10,'chien','M','2010-07-21 15:41:00','Bobo',NULL),(11,'chien','F','2008-02-20
15:45:00','Canaille',NULL),(12,'chien','F','2009-05-26 08:54:00','Cali',NULL),
(13,'chien','F','2007-04-24 12:54:00','Rouquine',NULL),
(14,'chien','F','2009-05-26 08:56:00','Fila',NULL),(15,'chien','F','2008-02-20
15:47:00','Anya',NULL),
(16,'chien','F','2009-05-26 08:50:00','Louya',NULL),(17,'chien','F','2008-03-10
13:45:00','Welva',NULL),(18,'chien','F','2007-04-24 12:59:00','Zira',NULL),
(19,'chien','F','2009-05-26 09:02:00','Java',NULL),(20,'chien','M','2007-04-24
12:45:00','Balou',NULL),(21,'chien','F','2008-03-10 13:43:00','Pataude',NULL),
(22,'chien','M','2007-04-24 12:42:00','Bouli',NULL),(24,'chien','M','2007-04-12
05:23:00','Cartouche',NULL),(25,'chien','M','2006-05-14
15:50:00','Zambo',NULL),
(26,'chien','M','2006-05-14 15:48:00','Samba',NULL),(27,'chien','M','2008-03-10
13:40:00','Moka',NULL),(28,'chien','M','2006-05-14 15:40:00','Pilou',NULL),
(29,'chat','M','2009-05-14 06:30:00','Fiero',NULL),(30,'chat','M','2007-03-12
12:05:00','Zonko',NULL),(31,'chat','M','2008-02-20 15:45:00','Filou',NULL),
(32,'chat','M','2007-03-12 12:07:00','Farceur',NULL),(33,'chat','M','2006-05-19
16:17:00','Caribou',NULL),(34,'chat','M','2008-04-20 03:22:00','Capou',NULL),
(35,'chat','M','2006-05-19 16:56:00','Raccou','Pas de queue depuis la
naissance'),(36,'chat','M','2009-05-14 06:42:00','Boucan',NULL),
(37,'chat','F','2006-05-19 16:06:00','Callune',NULL),
(38,'chat','F','2009-05-14 06:45:00','Boule',NULL),(39,'chat','F','2008-04-20
03:26:00','Zara',NULL),(40,'chat','F','2007-03-12 12:00:00','Milla',NULL),
(41,'chat','F','2006-05-19 15:59:00','Feta',NULL),(42,'chat','F','2008-04-20
03:20:00','Bilba','Sourde de l''oreille droite à 80%'),
(43,'chat','F','2007-03-12 11:54:00','Cracotte',NULL),
(44,'chat','F','2006-05-19 16:16:00','Cawette',NULL),
(45,'tortue','F','2007-04-01 18:17:00','Nikki',NULL),
(46,'tortue','F','2009-03-24 08:23:00','Tortilla',NULL),
(47,'tortue','F','2009-03-26 01:24:00','Scroupy',NULL),
(48,'tortue','F','2006-03-15 14:56:00','Lulla',NULL),
(49,'tortue','F','2008-03-15 12:02:00','Dana',NULL),
```

```
(50,'tortue','F','2009-05-25 19:57:00','Cheli',NULL),
(51,'tortue','F','2007-04-01 03:54:00','Chicaca',NULL),
(52,'tortue','F','2006-03-15 14:26:00','Redbul','Insomniaque'),
(53,'tortue','M','2007-04-02 01:45:00','Spoutnik',NULL),
(54,'tortue','M','2008-03-16 08:20:00','Bubulle',NULL),
(55,'tortue','M','2008-03-15 18:45:00','Relou','Surpoids'),
(56,'tortue','M','2009-05-25 18:54:00','Bulbizard',NULL),
(57,'perroquet','M','2007-03-04 19:36:00','Safran',NULL),
(58,'perroquet','M','2008-02-20 02:50:00','Gingko',NULL),
(59,'perroquet','M','2009-03-26 08:28:00','Bavard',NULL),
(60,'perroquet','F','2009-03-26 07:55:00','Parlotte',NULL);
UNLOCK TABLES;
```

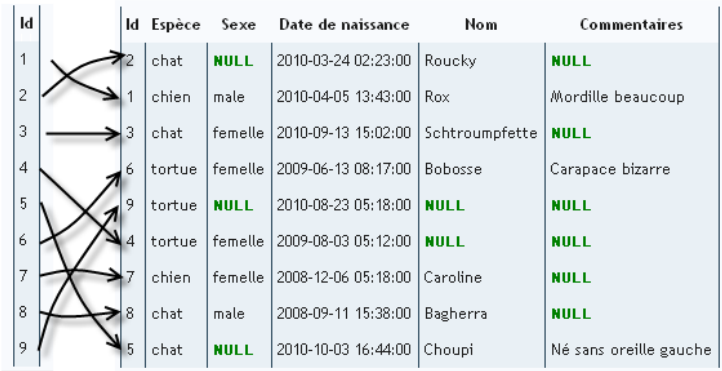
Qu'est-ce qu'un index ?

Revoyons la définition d'un index.
Citation : Définition

Structure de données qui reprend la **liste ordonnée** des valeurs auxquelles il se rapporte.

Lorsque vous créez un index sur une table, MySQL stocke cet index sous forme d'une structure particulière, contenant les valeurs des colonnes impliquées dans l'index. Cette structure stocke les valeurs **triées** et permet d'accéder à chacune de manière efficace et rapide. Petit schéma explicatif dans le cas d'un index sur l'*id* de la table *Animal* (je ne prends que les neuf premières lignes pour ne pas surcharger).

Pour permettre une compréhension plus facile, je représente ici l'index sous forme de table. En réalité, par défaut, MySQL stocke les index dans une structure de type "arbre" (l'index est alors de type BTREE). Le principe est cependant le même.



Id	Id	Espèce	Sexe	Date de naissance	Nom	Commentaires
1	2	chat	NULL	2010-03-24 02:23:00	Roucky	NULL
2	1	chien	male	2010-04-05 13:43:00	Rox	Mordille beaucoup
3	3	chat	femelle	2010-09-13 15:02:00	Schtroumpfette	NULL
4	6	tortue	femelle	2009-06-13 08:17:00	Bobosse	Carapace bizarre
5	9	tortue	NULL	2010-08-23 05:18:00	NULL	NULL
6	4	tortue	femelle	2009-08-03 05:12:00	NULL	NULL
7	7	chien	femelle	2008-12-06 05:18:00	Caroline	NULL
8	8	chat	male	2008-09-11 15:38:00	Bagherra	NULL
9	5	chat	NULL	2010-10-03 16:44:00	Choupi	Né sans oreille gauche

Index sur l'id

Les données d'*Animal* ne sont pas stockées suivant un ordre intelligible pour nous. Par contre, l'index sur l'*id* est trié simplement par ordre croissant. Cela permet de grandement accélérer toute recherche faite sur cet *id*.
Imaginons en effet, que nous voulions récupérer toutes les lignes dont l'*id* est inférieur ou égal à 5. Sans index, MyQSL doit parcourir toutes les lignes une à une. Par contre, grâce à l'index, dès qu'il tombe sur la ligne dont l'*id* est 6, il sait qu'il peut s'arrêter, puisque toutes les lignes suivantes auront un *id* supérieur ou égal à 6. Dans cet exemple, on ne gagne que quelques lignes, mais imaginez une table contenant des milliers de lignes. Le gain de temps peut être assez considérable.
Par ailleurs, avec les *id* triés par ordre croissant, pour rechercher un *id* particulier, MySQL n'est pas obligé de simplement parcourir les données ligne par ligne. Il peut utiliser des algorithmes de recherche puissants (comme la recherche dichotomique), toujours afin d'accélérer la recherche.
Mais pourquoi ne pas simplement trier la table complète sur la base de la colonne *id* ? Pourquoi créer et stocker une structure spécialement pour l'index ? Tout simplement parce qu'il peut y avoir plusieurs index sur une même table, et que l'ordre des lignes pour chacun de ces index n'est pas nécessairement le même. Par exemple, nous pouvons créer un second index pour notre table *Animal*, sur la colonne *date_naissance*.

Id	Id	Espèce	Sexe	Date de naissance	Nom	Commentaires
1	2	chat	NULL	2010-03-24 02:23:00	Roucky	NULL
2	1	chien	male	2010-04-05 13:43:00	Rox	Mordille beaucoup
3	3	chat	femelle	2010-09-13 15:02:00	Schtroumpfette	NULL
4	6	tortue	femelle	2009-06-13 08:17:00	Bobosse	Carapace bizarre
5	9	tortue	NULL	2010-08-23 05:18:00	NULL	NULL
6	4	tortue	femelle	2009-08-03 05:12:00	NULL	NULL
7	7	chien	femelle	2008-12-06 05:18:00	Caroline	NULL
8	8	chat	male	2008-09-11 15:38:00	Bagherra	NULL
9	5	chat	NULL	2010-10-03 16:44:00	Choupi	Né sans oreille gauche

Date de naissance
2008-09-11 15:38:00
2008-12-06 05:18:00
2009-06-13 08:17:00
2009-08-03 05:12:00
2010-03-24 02:23:00
2010-04-05 13:43:00
2010-08-23 05:18:00
2010-09-13 15:02:00
2010-10-03 16:44:00

Index sur id et date_naissance

Comme vous pouvez le voir, l'ordre n'est pas du tout le même.

Intérêt des index

Vous devriez avoir compris maintenant que tout l'intérêt des index est d'accélérer les requêtes qui utilisent des colonnes indexées comme critères de recherche. Par conséquent, si vous savez que dans votre application, vous ferez énormément de recherches sur la colonne *X*, ajoutez donc un index sur cette colonne, vous ne vous en porterez que mieux.
Les index permettent aussi d'assurer l'intégrité des données de la base. Pour cela, il existe en fait plusieurs types d'index différents, et deux types de "clés". Lorsque je parle de garantir l'intégrité de vos données, cela signifie en gros garantir la qualité de vos données, vous assurer que vos données ont du sens. Grâce aux clés et aux index, vous pouvez par exemple avoir la garantie que tous les clients auxquels vous faites référence dans la table *Commande* existent bien dans la table *Client*.

Désavantages

Si tout ce que fait un index, c'est accélérer les requêtes utilisant des critères de recherche correspondants, autant en mettre partout, et

en profiter à chaque requête ! Sauf qu'évidemment, ce n'est pas si simple, les index ont deux inconvénients.

- Ils prennent de la place en mémoire
- Ils ralentissent les requêtes d'insertion, modification et suppression, puisqu'à chaque fois, il faut remettre l'index à jour en plus de la table.

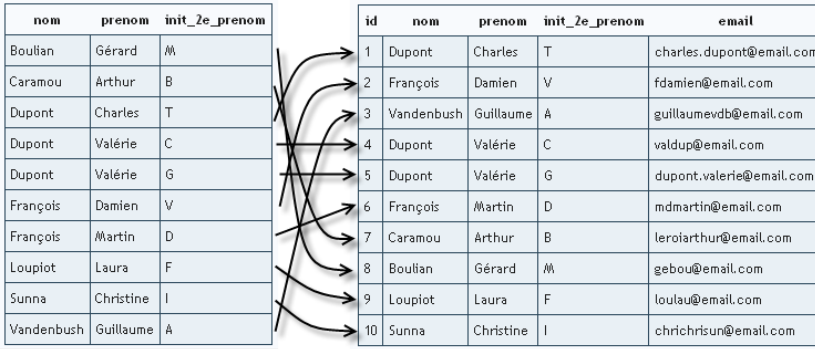
Par conséquent, n'ajoutez pas d'index lorsque ce n'est pas vraiment utile.

Index sur plusieurs colonnes

Reprenons l'exemple d'une table appelée *Client*, qui reprend les informations des clients d'une société. Elle se présente comme suit :

id	nom	prenom	init_2e_prenom	email
1	Dupont	Charles	T	charles.dupont@email.com
2	François	Damien	V	fdamien@email.com
3	Vandenbush	Guillaume	A	guillaumevdb@email.com
4	Dupont	Valérie	C	valdup@email.com
5	Dupont	Valérie	G	dupont.valerie@email.com
6	François	Martin	D	mdmartin@email.com
7	Caramou	Arthur	R	lereiarthur@email.com
8	Boulian	Gérard	M	gebou@email.com
9	Loupiot	Laura	E	loulau@email.com
10	Sunna	Christine	I	chrichrisun@email.com

Vous avez bien sûr un index sur la colonne *id*, mais vous constatez que vous faites énormément de recherches par nom, prénom et initiale du second prénom. Vous pourriez donc faire trois index, un pour chacune de ces colonnes. Mais, si vous faites souvent des recherches sur les trois colonnes à la fois, il vaut encore mieux faire un seul index, sur les trois colonnes (*nom, prenom, init_2e_prenom*). L'index contiendra donc les valeurs des trois colonnes et sera trié par nom, ensuite par prénom, et enfin par initiale (l'ordre des colonnes a donc de l'importance !).



nom	prenom	init_2e_prenom
Boulian	Gérard	M
Caramou	Arthur	B
Dupont	Charles	T
Dupont	Valérie	C
Dupont	Valérie	G
François	Damien	V
François	Martin	D
Loupiot	Laura	F
Sunna	Christine	I
Vandenbush	Guillaume	A

id	nom	prenom	init_2e_prenom	email
1	Dupont	Charles	T	charles.dupont@email.com
2	François	Damien	V	fdamien@email.com
3	Vandenbush	Guillaume	A	guillaumevdb@email.com
4	Dupont	Valérie	C	valdup@email.com
5	Dupont	Valérie	G	dupont.valerie@email.com
6	François	Martin	D	mdmartin@email.com
7	Caramou	Arthur	B	leroiarthur@email.com
8	Boulian	Gérard	M	gebou@email.com
9	Loupiot	Laura	F	loulau@email.com
10	Sunna	Christine	I	chrichrisun@email.com

Index sur trois colonnes

Du coup, lorsque vous cherchez "Dupont Valérie C.", grâce à l'index MySQL trouvera rapidement tous les "Dupont", parmi lesquels il trouvera toutes les "Valérie" (toujours en se servant du même index), parmi lesquelles il trouvera celle (ou celles) dont le second prénom commence par "C".

Tirer parti des "index par la gauche"

Tout ça c'est bien beau si on fait souvent des recherches à la fois sur le nom, le prénom et l'initiale. Mais comment fait-on si l'on fait aussi souvent des recherches uniquement sur le nom, ou uniquement sur le prénom, ou sur le nom et le prénom en même temps mais sans l'initiale ? Faut-il créer un nouvel index pour chaque type de recherche ?
Hé bien non ! MySQl est beaucoup trop fort : il est capable de tirer parti de votre index sur (*nom, prenom, init_2e_prenom*) pour certaines autres recherches. En effet, si l'on représente les index sous forme de tables, voici ce que cela donnerait pour les quatre index (*prenom*), (*nom*), (*nom, prenom*) et (*nom, prenom, init_2e_prenom*).

prenom
Arthur
Charles
Christine
Damien
Gérard
Guillaume
Laura
Martin
Valérie
Valérie

nom
Boulian
Caramou
Dupont
Dupont
Dupont
François
François
Loupiot
Sunna
Vandenbush

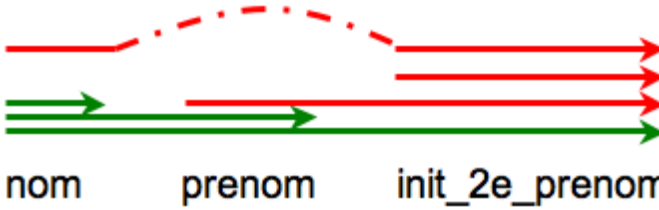
nom	prenom
Boulian	Gérard
Caramou	Arthur
Dupont	Charles
Dupont	Valérie
Dupont	Valérie
François	Damien
François	Martin
Loupiot	Laura
Sunna	Christine
Vandenbush	Guillaume

nom	prenom	init_2e_prenom
Boulian	Gérard	M
Caramou	Arthur	B
Dupont	Charles	T
Dupont	Valérie	C
Dupont	Valérie	G
François	Damien	V
François	Martin	D
Loupiot	Laura	F
Sunna	Christine	I
Vandenbush	Guillaume	A

Index par la gauche

Remarquez-vous quelque chose d'intéressant ?

Oui ! Bien vu ! L'index (*nom, prenom*) correspond exactement aux deux premières colonnes de l'index (*nom, prenom, init_2e_prenom*) ; pas seulement au niveau des valeurs mais surtout au niveau de l'ordre. Et l'index (*nom*) correspond à la première colonne de l'index (*nom, prenom, init_2e_prenom*).
Or, je vous ai dit que lorsque vous faites une recherche sur le nom, le prénom et l'initiale avec l'index (*nom, prenom, init_2e_prenom*), MySQL regarde d'abord le nom, puis le prénom, et pour finir l'initiale. Donc, si vous ne faites une recherche que sur le nom et le prénom, MySQL va intelligemment utiliser l'index (*nom, prenom, init_2e_prenom*) : il va simplement laisser tomber l'étape de l'initiale du second prénom. Idem si vous faites une recherche sur le nom : MySQL se basera uniquement sur la première colonne de l'index existant.
Par conséquent, pas besoin de définir un index (*nom, prenom*) ou un index (*nom*). Ils sont en quelque sorte déjà présents.
Mais qu'en est-il des index (*prenom*), ou (*prenom, init_2e_prenom*) ? Vous pouvez voir que la table contenant l'index (*prenom*) ne correspond à aucune colonne d'un index existant (au niveau de l'ordre des lignes). Par conséquent, si vous voulez un index sur (*prenom*), il vous faut le créer. Même chose pour (*prenom, init_2e_prenom*) ou (*nom, init_2e_prenom*).



Index par la gauche

On parle d'index "par la gauche". Donc si l'on prend des sous-parties d'index existant en prenant des colonnes "par la gauche", ces index existent. Mais si l'on commence par la droite ou que l'on "saute" une colonne, ils n'existent pas et doivent éventuellement être créés.

Index sur des colonnes de type alphanumérique

Types CHAR et VARCHAR

Lorsque l'on indexe une colonne de type `VARCHAR` ou `CHAR` (comme la colonne *nom* de la table *Client* par exemple), on peut décomposer l'index de la manière suivante :

1e lettre	2e lettre	3e lettre	4e lettre	5e lettre	6e lettre	7e lettre	8e lettre	9e lettre	10e lettre
B	o	u	l	i	a	n			
C	a	r	a	m	o	u			
D	u	p	o	n	t				
D	u	p	o	n	t				
D	u	p	o	n	t				
F	r	a	n	ç	o	i	s		
F	r	a	n	ç	o	i	s		
L	o	u	p	i	o	t			
S	u	n	n	a					
V	a	n	d	e	n	b	u	s	h

nom
Boulian
Carameu
Dupont
Dupont
Dupont
Francois
Francois
Loupiot
Sunna
Vandenbush

En quoi cela nous intéresse-t-il ?

C'est très simple. Ici, nous n'avons que des noms assez courts. La colonne *nom* peut par exemple être de type `VARCHAR(30)`. Mais imaginez une colonne de type `VARCHAR(150)`, qui contient des titres de livres par exemple. Si l'on met un index dessus, MySQL va indexer jusqu'à 150 caractères. Or, il est fort probable que les 25-30 premiers caractères du titre suffisent à trier ceux-ci. Au pire, un ou deux ne seront pas exactement à la bonne place, mais les requêtes en seraient déjà grandement accélérées.
Il serait donc plutôt pratique de dire à MySQL : "Indexe cette colonne, mais base-toi seulement sur les *x* premiers caractères". Et c'est possible évidemment (sinon je ne vous en parlerais pas), et c'est même très simple. Lorsque l'on créera l'index sur la colonne *titre_livre*, il suffira d'indiquer un nombre entre parenthèses : *titre_livre(25)* par exemple. Ce nombre étant bien sûr le nombre de caractères (dans le sens de la lecture, donc à partir de la gauche) à prendre en compte pour l'index.
Le fait d'utiliser ces index partiels sur des champs alphanumériques permet de **gagner de la place** (un index sur 150 lettres prend évidemment plus de place qu'un index sur 20 lettres), et si la longueur est intelligemment définie, l'accélération permise par l'index sera la même que si l'on avait pris la colonne entière.

Types BLOB et TEXT (et dérivés)

Si vous mettez un index sur une colonne de type `BLOB` ou `TEXT` (ou un de leurs dérivés), MySQL **exige** que vous précisiez un nombre de caractères à prendre en compte. Et heureusement… Vu la longueur potentielle de ce que l'on stocke dans de telles colonnes.

Les différents types d'index

En plus des index "simples", que je viens de vous décrire, il existe trois types d'index qui ont des propriétés particulières. Les index `UNIQUE`, les index `FULLTEXT`, et enfin les index `SPATIAL`.
Je ne détaillerai pas les propriétés et utilisations des index `SPATIAL`. Sachez simplement qu'il s'agit d'un type d'index utilisé dans des bases de données recensant des données spatiales (tiens donc !), donc des points, des lignes, des polygones…
Sur ce, c'est parti !

Index UNIQUE

Avoir un index `UNIQUE` sur une colonne (ou plusieurs) permet de s'assurer que jamais vous n'insérerez deux fois la même valeur (ou combinaison de valeurs) dans la table.
Par exemple, vous créez un site internet, et vous voulez le doter d'un espace membre. Chaque membre devra se connecter grâce à un pseudo et un mot de passe. Vous avez donc une table *Membre*, qui contient 4 colonnes : *id*, *pseudo*, *mot_de_passe* et *date_inscription*.
Deux membres peuvent avoir le même mot de passe, pas de problème. Par contre, que se passerait-il si deux membres avaient le même pseudo ? Lors de la connexion, il serait impossible de savoir quel mot de passe utiliser et sur quel compte connecter le membre.
Il faut donc absolument éviter que deux membres utilisent le même pseudo. Pour cela, on va utiliser un index `UNIQUE` sur la colonne *pseudo* de la table *Membre*.
Autre exemple, dans notre table *Animal* cette fois. Histoire de ne pas confondre les animaux, vous prenez la décision de ne pas nommer

de la même manière deux animaux de la même espèce. Il peut donc n'y avoir qu'une seule tortue nommée Toto. Un chien peut aussi se nommer Toto, mais un seul. La combinaison (espèce, nom) doit n'exister qu'une et une seule fois dans la table. Pour s'en assurer, il suffit de créer un index unique sur les colonnes *espece* et *nom* (un seul index, sur les deux colonnes).

Contraintes

Lorsque vous mettez un index `UNIQUE` sur une table, vous ne mettez pas seulement un index, vous ajoutez surtout une **contrainte**.
Les contraintes sont une notion importante en SQL. Sans le savoir, ou sans savoir que c'était appelé comme ça, vous en avez déjà utilisé. En effet, lorsque vous empêchez une colonne d'accepter `NULL`, vous lui mettez une **contrainte** `NOT NULL`.
De même, les valeurs par défaut que vous pouvez donner aux colonnes sont des contraintes. Vous contraignez la colonne à prendre une certaine valeur si aucune autre n'est précisée.

Index FULLTEXT

Un index `FULLTEXT` est utilisé pour faire des recherches de manière puissante et rapide sur un texte. On utilise donc ce type d'index que sur les colonnes de type `CHAR`, `VARCHAR` ou `TEXT` (ce qui est plutôt logique).
Une différence importante (très importante !!!) entre les index `FULLTEXT` et les index classiques (et `UNIQUE`) est que l'on ne peut plus utiliser les fameux "index par la gauche" dont je vous ai parlé précédemment. Donc, si vous voulez faire des recherches "fulltext" sur deux colonnes (parfois l'une, parfois l'autre, parfois les deux ensemble), il vous faudra créer **trois** index `FULLTEXT` : (*colonne1*), (*colonne2*) et (*colonne1*, *colonne2*).

Création et suppression des

index

Les index sont représentés par le mot-clé `INDEX` (surprise !) ou `KEY` et peuvent être créés de deux manières :

- soit directement lors de la création de la table ;
- soit en les ajoutant par la suite.

Ajout des index lors de la création de la table

Ici aussi, deux possibilités : vous pouvez préciser dans la description de la colonne qu'il s'agit d'un index, ou lister les index par la suite.

Index dans la description de la colonne

Seuls les index "classiques" et uniques peuvent être créés de cette manière.

Je rappelle que la description de la colonne se rapporte à l'endroit où vous indiquez le type de données, si la colonne peut contenir `NULL`, etc. Il est donc possible, à ce même endroit, de préciser si la colonne est un index.

```
CREATE TABLE nom_table (
    colonne1 INT KEY,
  -- Crée un index simple sur colonne1
    colonne2 VARCHAR(40) UNIQUE,
  -- Crée un index unique sur colonne2
);
```

Quelques petites remarques ici :

- Avec cette syntaxe, **seul le mot `KEY` peut être utilisé** pour définir un index simple. Ailleurs, vous pourrez utiliser `KEY` ou

INDEX.

- Pour définir un index `UNIQUE` de cette manière, on n'utilise que le mot-clé `UNIQUE`, sans le faire précéder de `INDEX` ou de `KEY` (comme ce sera le cas avec d'autres syntaxes).
- Il n'est **pas possible de définir des index composites** (sur plusieurs colonnes) de cette manière.
- Il n'est pas non plus possible de créer un index sur une partie de la colonne (les *x* premiers caractères).

Liste d'index

L'autre possibilité est d'ajouter les index à la suite des colonnes, en séparant chaque élément par une virgule :

```
CREATE TABLE nom_table (
    colonne1 description_colonne1,
    [colonne2 description_colonne2,
    colonne3 description_colonne3,
    ...,]
    [PRIMARY KEY (colonne_clé_primaire)],
    [INDEX [nom_index] (colonne1_index [, colonne2_index, ...]]
)
[ENGINE=moteur];
```

Exemple : si l'on avait voulu créer la table *Animal* avec un index sur la date de naissance, et un autre sur les 10 premières lettres du nom, on aurait pu utiliser la commande suivante :

```
CREATE TABLE Animal (
    id SMALLINT UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT,
    espece VARCHAR(40) NOT NULL,
    sexe CHAR(1),
    date_naissance DATETIME NOT NULL,
    nom VARCHAR(30),
    commentaires TEXT,
    PRIMARY KEY (id),
    INDEX ind_date_naissance (date_naissance),
          -- index sur la date de naissance
    INDEX ind_nom (nom(10))
          -- index sur le nom (le chiffre entre parenthèses étant le nombre de
caractères pris en compte)
)
ENGINE=INNODB;
```

Vous n'êtes pas obligés de préciser un nom pour votre index. Si vous ne le faites pas, MySQL en créera un automatiquement pour vous. Je préfère nommer mes index moi-même plutôt que de laisser MySQL créer un nom par défaut, et respecter certaines conventions

personnelles. Ainsi, mes index auront toujours le préfixe "ind" suivi du ou des nom(s) des colonnes concernées, le tout séparé par des "_". Il vous appartient de suivre vos propres conventions bien sûr. L'important étant de vous y retrouver.
Et pour ajouter des index `UNIQUE` ou `FULLTEXT`, c'est le même principe :

```
CREATE TABLE nom_table (
    colonne1 INT NOT NULL,
    colonne2 VARCHAR(40),
    colonne3 TEXT,
    UNIQUE [INDEX] ind_uni_col2 (colonne2),
          -- Crée un index UNIQUE sur la colonne2, INDEX est facultatif
    FULLTEXT [INDEX] ind_full_col3 (colonne3)
          -- Crée un index FULLTEXT sur la colonne3, INDEX est facultatif
)
ENGINE=MyISAM;
```

Exemple : création de la table *Animal* comme précédemment, en ajoutant un index `UNIQUE` sur (*nom, espece*).

```
CREATE TABLE Animal (
    id SMALLINT UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT,
    espece VARCHAR(40) NOT NULL,
    sexe CHAR(1),
    date_naissance DATETIME NOT NULL,
    nom VARCHAR(30),
    commentaires TEXT,
    PRIMARY KEY (id),
    INDEX ind_date_naissance (date_naissance),
    INDEX ind_nom (nom(10)),
    UNIQUE INDEX ind_uni_nom_espece (nom, espece)
          -- Index sur le nom et l'espece
)
ENGINE=INNODB;
```

Avec cette syntaxe, KEY ne peut être utilisé que pour les index simples et INDEX pour tous les types d'index. Bon, je sais que c'est assez pénible à retenir, mais en gros, utilisez INDEX partout, sauf pour définir un index dans la description même de la colonne, et vous n'aurez pas de problème.

Ajout des index après création de la table

En dehors du fait que parfois vous ne penserez pas à tout au moment de la création de votre table, il peut parfois être intéressant de créer les index après la table.
En effet, je vous ai dit que l'ajout d'index sur une table ralentissait l'exécution des requêtes d'écriture (insertion, suppression, modification de données). Par conséquent, si vous créez une table, que vous comptez remplir avec un grand nombre de données immédiatement, grâce à la commande `LOAD DATA INFILE` par exemple, il vaut bien mieux créer la table, la remplir, et ensuite seulement créer les index voulus sur cette table.
Il existe deux commandes permettant de créer des index sur une table existante : `ALTER TABLE`, que vous connaissez déjà un peu, et `CREATE INDEX`. Ces deux commandes sont équivalentes, utilisez celle qui vous parle le plus.

Ajout avec ALTER TABLE

```
ALTER TABLE nom_table
ADD INDEX [nom_index] (colonne_index [, colonne2_index ...]); --Ajout d'un index simple

ALTER TABLE nom_table
ADD UNIQUE [nom_index] (colonne_index [, colonne2_index ...]); --Ajout d'un index UNIQUE

ALTER TABLE nom_table
ADD FULLTEXT [nom_index] (colonne_index [, colonne2_index ...]); --Ajout d'un index FULLTEXT
```

Contrairement à ce qui se passait pour l'ajout d'une colonne, il est ici obligatoire de préciser `INDEX` (ou `UNIQUE`, ou `FULLTEXT`) après `ADD`.
Dans le cas d'un index multi-colonnes, il suffit comme d'habitude de toutes les indiquer entre parenthèses, séparées par des virgules.
Reprenons la table *Test_tuto*, utilisée pour tester `ALTER TABLE`, et ajoutons-lui un index sur la colonne *nom* :

```
ALTER TABLE Test_tuto
ADD INDEX ind_nom (nom);
```

Si vous affichez maintenant la description de votre table *Test_tuto*, vous verrez que dans la colonne "Key", il est indiqué **MUL** pour la colonne *nom*. L'index a donc bien été créé.

Ajout avec CREATE INDEX

La syntaxe de `CREATE INDEX` est très simple :

```
CREATE INDEX nom_index
ON nom_table (colonne_index [, colonne2_index ...]);  -- Crée un index simple

CREATE UNIQUE INDEX nom_index
ON nom_table (colonne_index [, colonne2_index ...]);  -- Crée un index UNIQUE


CREATE FULLTEXT INDEX nom_index
ON nom_table (colonne_index [, colonne2_index ...]);  -- Crée un index FULLTEXT
```

Exemple : l'équivalent de la commande `ALTER TABLE` que nous avons utilisée pour ajouter un index sur la colonne *nom* est donc :

```
CREATE INDEX ind_nom
ON Test_tuto (nom);
```

Complément pour la création d'un index UNIQUE - le cas des contraintes

Vous vous rappelez, j'espère, que les index `UNIQUE` sont ce qu'on appelle des contraintes.
Or, lorsque vous créez un index `UNIQUE`, vous pouvez explicitement créer une contrainte. C'est fait automatiquement bien sûr si vous ne le faites pas, mais ne soyez donc pas surpris de voir apparaître le mot `CONSTRAINT`, c'est à ça qu'il se réfère.
Pour pouvoir créer explicitement une contrainte lors de la création

d'un index `UNIQUE`, vous devez créer cet index soit lors de la création de la table, en listant l'index (et la contrainte) à la suite des colonnes, soit après la création de la table, avec la commande **`ALTER TABLE`**.

```
CREATE TABLE nom_table (
    colonne1 INT NOT NULL,
    colonne2 VARCHAR(40),
    colonne3 TEXT,
    CONSTRAINT [symbole_contrainte] UNIQUE [INDEX] ind_uni_col2 (colonne2)
);

ALTER TABLE nom_table
ADD CONSTRAINT [symbole_contrainte] UNIQUE ind_uni_col2 (colonne2);
```

Il n'est pas obligatoire de donner un symbole (un nom en fait) à la contrainte. D'autant plus que dans le cas des index, vous pouvez donner un nom à l'index (ici : `ind_uni_col`).

Suppression d'un index

Rien de bien compliqué :

```
ALTER TABLE nom_table
DROP INDEX nom_index;
```

Notez qu'il n'existe pas de commande permettant de modifier un index. Le cas échéant, il vous faudra supprimer, puis recréer votre index avec vos modifications.

Recherches avec FULLTEXT

Nous allons maintenant voir comment utiliser la recherche `FULLTEXT`, qui est un outil très puissant, et qui peut se révéler très utile.
Quelques rappels d'abord :

- un index `FULLTEXT` ne peut être défini que sur une colonne de type `CHAR`, `VARCHAR` ou `TEXT`
- les index "par la gauche" ne sont pas pris en compte par les index `FULLTEXT`

Ça, c'est fait ! Nous allons maintenant passer à la recherche proprement dite, mais avant, je vais vous demander d'exécuter les instructions SQL suivantes, qui servent à créer la table que nous utiliserons pour illustrer ce chapitre. Nous sortons ici du contexte de l'élevage d'animaux.
Pour illustrer la recherche `FULLTEXT`, je vous propose de créer la table *Livre*, contenant les colonnes *id* (clé primaire), *titre* et *auteur*. Les recherches se feront sur les colonnes *auteur* et *titre*, séparément ou ensemble. Il faut donc créer trois index `FULLTEXT` : (*auteur*), (*titre*) et (*auteur, titre*).

```
CREATE TABLE Livre (
        id INT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
        auteur VARCHAR(50),
        titre VARCHAR(200)
) ENGINE = MyISAM;

INSERT INTO Livre (auteur, titre)
VALUES ('Daniel Pennac', 'Au bonheur des ogres'),
('Daniel Pennac', 'La Fée Carabine'),
('Daniel Pennac', 'Comme un roman'),
('Daniel Pennac', 'La Petite marchande de prose'),
('Jacqueline Harpman', 'Le Bonheur est dans le crime'),
('Jacqueline Harpman', 'La Dormition des amants'),
('Jacqueline Harpman', 'La Plage d''Ostende'),
('Jacqueline Harpman', 'Histoire de Jenny'),
('Terry Pratchett', 'Les Petits Dieux'),
('Terry Pratchett', 'Le Cinquième éléphant'),
('Terry Pratchett', 'La Vérité'),
('Terry Pratchett', 'Le Dernier héros'),
('Terry Goodkind', 'Le Temple des vents'),
('Jules Verne', 'De la Terre à la Lune'),
('Jules Verne', 'Voyage au centre de la Terre'),
('Henri-Pierre Roché', 'Jules et Jim');

CREATE FULLTEXT INDEX ind_full_titre
ON Livre (titre);

CREATE FULLTEXT INDEX ind_full_aut
ON Livre (auteur);

CREATE FULLTEXT INDEX ind_full_titre_aut
ON Livre (titre, auteur);
```

Comment fonctionne la recherche FULLTEXT ?

Lorsque vous faites une recherche `FULLTEXT` sur une chaîne de caractères, cette chaîne est découpée en mots. **Est considéré comme un mot : toute suite de caractères composée de lettres, chiffres, tirets bas _ et apostrophes '**. Par conséquent, un mot composé, comme "porte-clés" par exemple, sera considéré comme deux mots : "porte" et "clés".
Chacun de ces mots sera ensuite comparé avec les valeurs des colonnes sur lesquelles se fait la recherche. Si la colonne contient un des mots recherchés, on considère alors qu'elle correspond à la recherche.
Lorsque MySQL compare la chaîne de caractères que vous lui avez donnée, et les valeurs dans votre table, il ne tient pas compte de tous les mots qu'il rencontre. Les règles sont les suivantes :

- les mots rencontrés dans au moins la moitié des lignes sont ignorés (**règle des 50 %**) ;
- les mots **trop courts** (moins de quatre lettres) sont ignorés ;
- et les mots **trop communs** (en anglais, *about*, *after*, *once*, *under*, *the*…) ne sont également pas pris en compte.

Par conséquent, si vous voulez faire des recherches sur une table, il est nécessaire que cette table comporte au moins trois lignes, sinon chacun des mots sera présent dans au moins la moitié des lignes et aucun ne sera pris en compte.
Il est possible de redéfinir la longueur minimale des mots pris en compte, ainsi que la liste des mots trop communs. Je n'entrerai pas dans ces détails ici, vous trouverez ces informations dans la documentation officielle.

Les types de recherche

Il existe trois types de recherche `FULLTEXT` : la recherche naturelle, la recherche avec booléen, et enfin la recherche avec extension de requête.

Recherche naturelle

Lorsque l'on fait une recherche naturelle, il suffit qu'un seul mot de la chaîne de caractères recherchée se retrouve dans une ligne pour que celle-ci apparaisse dans les résultats. Attention cependant au fait que le mot **exact** doit se retrouver dans la valeur des colonnes de l'index `FULLTEXT` examiné.
Voici la syntaxe utilisée pour faire une recherche `FULLTEXT` :

```
SELECT *
-- Vous mettez évidemment les colonnes que vous voulez.
FROM nom_table
WHERE MATCH(colonne1[, colonne2, ...])
-- La (ou les) colonne(s) dans laquelle (ou lesquelles) on veut faire la
recherche (index FULLTEXT correspondant nécessaire).
AGAINST ('chaîne recherchée');
-- La chaîne de caractères recherchée, entre guillemets bien sûr.
```

Si l'on veut préciser qu'on fait une recherche naturelle, on peut ajouter `IN NATURAL LANGUAGE MODE`. Ce n'est cependant pas obligatoire puisque la recherche naturelle est le mode de recherche par défaut.

```
SELECT *
FROM nom_table
WHERE MATCH(colonne1[, colonne2, ...])
AGAINST ('chaîne recherchée' IN NATURAL LANGUAGE MODE);
```

Premier exemple : on recherche "Terry" dans la colonne *auteur* de la table *Livre* .

```
SELECT *
FROM Livre
WHERE MATCH(auteur)
AGAINST ('Terry');
```

id	auteur	titre
8	Terry Pratchett	Les Petits Dieux
9	Terry Pratchett	Le Cinquième éléphant
10	Terry Pratchett	La Vérité
11	Terry Pratchett	Le Dernier héros
12	Terry Goodkind	Le Temple des vents

Deuxième exemple : On recherche d'abord "Petite", puis "Petit" dans la colonne *titre*.

```
SELECT *
FROM Livre
WHERE MATCH(titre)
AGAINST ('Petite');

SELECT *
FROM Livre
WHERE MATCH(titre)
AGAINST ('Petit');
```

Résultat de la première requête :

id	auteur	titre
3	Daniel Pennac	La Petite marchande de prose

La deuxième requête (avec "Petit") ne renvoie aucun résultat. En effet, bien que "Petit" se retrouve deux fois dans la table (dans "La **Petit**e marchande de prose" et "Les **Petit**s Dieux"), il s'agit chaque fois d'une partie d'un mot, pas du mot exact.
Troisième exemple : on recherche "Henri" dans la colonne *auteur*.

```
SELECT *
FROM Livre
WHERE MATCH(auteur)
AGAINST ('Henri');
```

id	auteur	titre
16	Henri-Pierre Roché	Jules et Jim

Ici par contre, on retrouve bien Henri-Pierre Roché en faisant une recherche sur "Henri", puisque Henri et Pierre sont considérés comme deux mots.
Quatrième exemple : on recherche "Jules", puis "Jules Verne" dans les colonnes *titre* et *auteur*.

```
SELECT *
FROM Livre
WHERE MATCH(auteur, titre)
AGAINST ('Jules');

SELECT *
FROM Livre
WHERE MATCH(titre, auteur)
AGAINST ('Jules Verne');
```

id	auteur	titre
14	Jules Verne	De la Terre à la Lune
16	Henri-Pierre Roché	Jules et Jim
15	Jules Verne	Voyage au centre de la Terre

id	auteur	titre
14	Jules Verne	De la Terre à la Lune
15	Jules Verne	Voyage au centre de la Terre
16	Henri-Pierre Roché	Jules et Jim

Ces deux requêtes retournent les mêmes lignes. Vous pouvez donc voir que l'ordre des colonnes dans `MATCH` n'a aucune importance, du moment qu'un index `FULLTEXT` existe sur ces deux colonnes. Par ailleurs, la recherche se fait bien sur les deux colonnes, et sur chaque mot séparément, puisque les premières et troisièmes lignes contiennent 'Jules Verne' dans l'auteur, tandis que la deuxième contient uniquement 'Jules' dans le titre.
Par contre, l'ordre des lignes renvoyées par ces deux requêtes n'est pas le même. Lorsque vous utilisez `MATCH... AGAINST` dans une clause `WHERE`, les résultats sont par défaut triés par **pertinence**.
La pertinence est une valeur **supérieure ou égale à 0** qui qualifie le résultat d'une recherche `FULLTEXT` sur une ligne. Si la ligne ne correspond pas du tout à la recherche, sa pertinence sera de 0. Si par contre elle correspond à la recherche, sa pertinence sera supérieure à 0. Ensuite, plus la ligne correspond bien à la recherche (nombre de mots trouvés par exemple), plus la pertinence sera élevée.
Vous pouvez voir la pertinence attribuée à une ligne en mettant l'expression `MATCH... AGAINST` dans le `SELECT`.
Cinquième exemple : affichage de la pertinence de la recherche

```
SELECT *, MATCH(titre, auteur) AGAINST ('Jules Verne Lune')
FROM Livre;
```

id	auteur	titre	MATCH(titre, auteur) AGAINST ('Jules Verne Lune')
1	Daniel Pennac	Au bonheur des ogres	0
2	Daniel Pennac	La Fée Carabine	0

3	Daniel Pennac	La Petite marchand de prose	0
4	Jacqueline Harpma	Le Bonheur est dans le crime	0
5	Jacqueline Harpma	La Dormition des amants	0
6	Jacqueline Harpma	La Plage d'Ostende	0
7	Jacqueline Harpma	Histoire de Jenny	0
8	Terry Pratchett	Les Petits Dieux	0
9	Terry Pratchett	Le Cinquième éléphant	0
10	Terry Pratchett	La Vérité	0
11	Terry Pratchett	Le Dernier héros	0
12	Terry Goodkind	Le Temple des vents	0
13	Daniel Pennac	Comme un roman	0
14	Jules Verne	De la Terre à la Lun	5.851144790649414
15	Jules Verne	Voyage au centre de la Terre	3.2267112731933594
16	Henri-Pierre Roché	Jules et Jim	1.4018518924713135

En fait, écrire :

```
WHERE MATCH(colonne(s)) AGAINST (mot(s) recherché(s))
```

Cela revient à écrire :

```
WHERE MATCH(colonne(s)) AGAINST (mot(s) recherché(s)) > 0
```

Donc seules les lignes ayant une pertinence supérieure à 0 (donc correspondant à la recherche) seront sélectionnées.

Recherche avec booléens

La recherche avec booléens possède les caractéristiques suivantes :

- elle ne tient pas compte de la règle des 50 % qui veut qu'un mot présent dans 50 % des lignes au moins soit ignoré ;
- elle peut se faire sur une ou des colonne(s) sur laquelle (lesquelles) aucun index `FULLTEXT` n'est défini (ce sera cependant beaucoup plus lent que si un index est présent) ;
- les résultats ne seront pas triés par pertinence par défaut.

Pour faire une recherche avec booléens, il suffit d'ajouter `IN BOOLEAN MODE` après la chaîne recherchée.

```
SELECT *
FROM nom_table
WHERE MATCH(colonne)
AGAINST('chaîne recherchée' IN BOOLEAN MODE);  -- IN BOOLEAN MODE à l'intérieur des parenthèses !
```

La recherche avec booléens permet d'être à la fois plus précis et plus approximatif dans ses recherches.

- Plus précis, car on peut **exiger** que certains mots se trouvent ou soient absents dans la ligne pour la sélectionner. On peut même exiger la présence de **groupes** de mots, plutôt que de rechercher chaque mot séparément.
- Plus approximatif, car on peut utiliser un astérisque * en fin de mot, pour préciser que le mot peut finir de n'importe quelle manière.

Pour exiger la présence ou l'absence de certains mots, on utilise les caractères + et -. Un mot précédé par + **devra être présent** dans la ligne et inversement, précédé par - il ne **pourra pas être présent**.
Exemple : Recherche sur le *titre*, qui doit contenir "bonheur" mais ne peut pas contenir "ogres".

```
SELECT *
FROM Livre
WHERE MATCH(titre)
AGAINST ('+bonheur -ogres' IN BOOLEAN MODE);
```

id	auteur	titre
4	Jacqueline Harpman	Le Bonheur est dans le crime

Seule une ligne est ici sélectionnée, bien que "bonheur" soit présent dans deux. En effet, le second livre dont le titre contient "bonheur" est "Le Bonheur des ogres", qui contient le mot interdit "ogres".
Pour spécifier un groupe de mots exigés, on utilise les doubles guillemets. Tous les mots entre doubles guillemets devront non seulement être présents mais également apparaître dans l'ordre donné, et sans rien entre eux. Il faudra donc que l'on retrouve **exactement** ces mots pour avoir un résultat.

Exemple : recherche sur *titre*, qui doit contenir tout le groupe de mot entre guillemets doubles.

```
SELECT *
FROM Livre
WHERE MATCH(titre)
AGAINST ('"Terre à la Lune"' IN BOOLEAN MODE);

SELECT *
FROM Livre
WHERE MATCH(titre)
AGAINST ('"Lune à la Terre"' IN BOOLEAN MODE);

SELECT *
FROM Livre
WHERE MATCH(titre)
AGAINST ('"Terre la Lune"' IN BOOLEAN MODE);
```

Résultat première requête :

id	auteur	titre
14	Jules Verne	De la Terre à la Lune

La première requête renverra bien un résultat, contrairement à la seconde (car les mots ne sont pas dans le bon ordre) et à la troisième (car il manque le "à" dans la recherche - ou il y a un "à" en trop dans la ligne, ça dépend du point de vue).
"Voyage au centre de la Terre" n'est pas un résultat puisque seul le mot "Terre" est présent.
Pour utiliser l'astérisque, il suffit d'écrire le début du mot dont on est sûr, et de compléter avec un astérisque.
Exemple : recherche sur *titre*, sur tous les mots commençant par "petit".

```
SELECT *
FROM Livre
WHERE MATCH(titre)
AGAINST ('petit*' IN BOOLEAN MODE);
```

id	auteur	titre
3	Daniel Pennac	La Petite marchande de prose
8	Terry Pratchett	Les Petits Dieux

"Petite" et "Petits" sont trouvés.
Exemple : recherche sur *titre* et *auteur*, de tous les mots commençant par "d".

```
SELECT *
FROM Livre
WHERE MATCH(titre, auteur)
AGAINST ('d*' IN BOOLEAN MODE);
```

id	auteur	titre
1	Daniel Pennac	Au bonheur des ogres
2	Daniel Pennac	La Fée Carabine
3	Daniel Pennac	La Petite marchande de prose
13	Daniel Pennac	Comme un roman
4	Jacqueline Harpman	Le Bonheur est dans le crime
11	Terry Pratchett	Le Dernier héros
8	Terry Pratchett	Les Petits Dieux
5	Jacqueline Harpman	La Dormition des amants

Chacun des résultats contient au moins un mot commençant par "d" dans son titre ou son auteur ("Daniel", "Dormition"...).
Mais qu'en est-il de "Voyage au centre de la Terre" par exemple ? Avec le "de", il aurait dû être sélectionné. Mais c'est sans compter la règle qui dit que les mots de moins de quatre lettres sont ignorés. "De" n'ayant que deux lettres, ce résultat est ignoré.
Pour en finir avec la recherche avec booléens, sachez qu'il est bien sûr possible de mixer ces différentes possibilités. Les combinaisons sont nombreuses.
Exemple : recherche sur *titre*, qui doit contenir un mot commençant par "petit", mais ne peut pas contenir le mot "prose".

```
SELECT *
FROM Livre
WHERE MATCH(titre)
AGAINST ('+petit* -prose' IN BOOLEAN MODE); -- mix d'un astérisque avec les + et -
```

id	auteur	titre
8	Terry Pratchett	Les Petits Dieux

Recherche avec extension de requête

Le dernier type de recherche est un peu particulier. En effet la recherche avec extension de requête se déroule en deux étapes.

1. Une simple recherche naturelle est effectuée.
2. Les résultats de cette recherche sont utilisés pour faire une seconde recherche naturelle.

Un exemple étant souvent plus clair qu'un long discours, passons-y tout de suite.
Une recherche naturelle effectuée avec la chaîne "Daniel" sur les colonnes *auteur* et *titre* donnerait ceci :

```
SELECT *
FROM Livre
WHERE MATCH(titre, auteur)
AGAINST ('Daniel');
```

id	auteur	titre
2	Daniel Pennac	La Fée Carabine
1	Daniel Pennac	Au bonheur des ogres
13	Daniel Pennac	Comme un roman
3	Daniel Pennac	La Petite marchande de prose

Par contre, si l'on utilise l'extension de requête, en ajoutant `WITH QUERY EXPANSION`, on obtient ceci :

```
SELECT *
FROM Livre
WHERE MATCH(titre, auteur)
AGAINST ('Daniel' WITH QUERY EXPANSION);
```

id	auteur	titre
3	Daniel Pennac	La Petite marchande de prose
13	Daniel Pennac	Comme un roman
1	Daniel Pennac	Au bonheur des ogres
2	Daniel Pennac	La Fée Carabine
4	Jacqueline Harpman	Le Bonheur est dans le crime

En effet, dans la seconde étape, une recherche naturelle a été faite avec les chaînes "Daniel Pennac", "La Petite marchande de prose", "Comme un roman", "Au bonheur des ogres" et "La Fée Carabine", puisque ce sont les résultats de la première étape (une recherche naturelle sur "Daniel").
"Le Bonheur est dans le crime" a donc été ajouté aux résultats, à cause de la présence du mot "bonheur" dans son titre ("Bonheur" étant également présent dans "Au bonheur des ogres")
Ainsi s'achève la présentation des requêtes `FULLTEXT`, ainsi que le chapitre sur les index.

En résumé

- Un index est une structure de données qui reprend la **liste ordonnée des valeurs auxquelles il se rapporte**.
- Un index peut se faire sur une ou plusieurs colonnes ; et dans les cas d'une colonne de type alphanumérique (`CHAR`, `VARCHAR`, `TEXT`, etc.), il peut ne prendre en compte qu'une partie de la colonne (les *x* premiers caractères).
- Un index permet d'accélérer les recherches faites sur les colonnes constituant celui-ci.
- Un index `UNIQUE` ne peut contenir qu'une seule fois chaque valeur (ou combinaison de valeurs si l'index est composite, c'est-à-dire sur plusieurs colonnes).
- Un index `FULLTEXT` permet de faire des recherches complexes sur le contenu des colonnes le constituant.

Chapitre 12

Clés primaires et étrangères

Maintenant que les index n'ont plus de secret pour vous, nous allons passer à une autre notion très importante : les clés.
Les clés sont, vous allez le voir, intimement liées aux index. Et tout comme `NOT NULL` et les index `UNIQUE`, les clés font partie de ce qu'on appelle les **contraintes**.
Il existe deux types de clés :

- les **clés primaires**, qui ont déjà été survolées lors du chapitre sur la création d'une table, et qui servent à **identifier une ligne** de manière unique ;
- les **clés étrangères**, qui permettent de gérer des **relations entre plusieurs tables**, et garantissent la **cohérence des données**.

Il s'agit à nouveau d'un chapitre avec beaucoup de blabla, mais je vous promets qu'après celui-ci, on s'amusera à nouveau ! Donc un peu de courage.

Clés primaires, le retour

Les clés primaires ont déjà été introduites dans le chapitre de création des tables. Je vous avais alors donné la définition suivante :
La clé primaire d'une table est une contrainte d'unicité, composée d'une ou plusieurs colonnes, et qui permet d'identifier de manière unique chaque ligne de la table.
Examinons plus en détail cette définition.

- **Contrainte d'unicité** : ceci ressemble fort à un index `UNIQUE`.
- **Composée d'une ou plusieurs colonnes** : comme les index, les clés peuvent donc être composites.
- **Permet d'identifier chaque ligne de manière unique** : dans ce cas, une clé primaire ne peut pas être `NULL`.

Ces quelques considérations résument très bien l'essence des clés primaires. En gros, une clé primaire est un index `UNIQUE` sur une colonne qui ne peut pas être `NULL`.
D'ailleurs, vous savez déjà que l'on définit une clé primaire grâce aux mots-clés `PRIMARY KEY`. Or, nous avons vu dans le précédent chapitre que `KEY` s'utilise pour définir un index. Par conséquent, lorsque vous définissez une clé primaire, pas besoin de définir en plus un index sur la (les) colonne(s) qui compose(nt) celle-ci, c'est déjà fait ! Et pas besoin non plus de rajouter une contrainte `NOT NULL`
Pour le dire différemment, une contrainte de clé primaire est donc une combinaison de deux des contraintes que nous avons vues jusqu'à présent : `UNIQUE` et `NOT NULL`.

Choix de la clé primaire

Le choix d'une clé primaire est une étape importante dans la conception d'une table. Ce n'est pas parce que vous avez l'impression qu'une colonne, ou un groupe de colonnes, pourrait faire une bonne clé primaire que c'est le cas. Reprenons l'exemple d'une table *Client*, qui contient le nom, le prénom, la date de naissance et l'email des clients d'une société.
Chaque client a bien sûr un nom et un prénom. Est-ce que (*nom, prenom*) ferait une bonne clé primaire ? Non bien sûr : il est évident ici que vous risquez des doublons.
Et si on ajoute la date de naissance ? Les chances de doublons sont alors quasi nulles. Mais quasi nul, ce n'est pas nul… Qu'arrivera-t-il le jour où vous voyez débarquer un client qui a les mêmes nom et prénom qu'un autre, et qui est né le même jour ? On refait toute la base de données ? Non, bien sûr.
Et l'email alors ? Il est impossible que deux personnes aient la même adresse email, donc la contrainte d'unicité est respectée. Par contre, tout le monde n'est pas obligé d'avoir une adresse email. Difficile donc de mettre une contrainte `NOT NULL` sur cette colonne.
Par conséquent, on est bien souvent obligé d'ajouter une colonne pour jouer le rôle de la clé primaire. C'est cette fameuse colonne *id*, auto-incrémentée que nous avons déjà vue pour la table *Animal*.
Il y a une autre raison d'utiliser une colonne spéciale auto-incrémentée, de type `INT` (ou un de ses dérivés) pour la clé primaire. En effet, si l'on définit une clé primaire, c'est en partie dans le but d'utiliser au maximum cette clé pour faire des recherches dans la table. Bien sûr, parfois ce n'est pas possible, parfois vous ne connaissez pas l'*id* du client, et vous êtes obligés de faire une recherche par nom. Cependant, vous verrez bientôt que les clés primaires peuvent servir à faire des recherches de manière **indirecte** sur la table. Du coup, comme les recherches sont beaucoup plus rapides sur des nombres que sur des textes, il est souvent intéressant d'avoir une clé primaire composée de colonnes de type `INT`.
Enfin, il y a également l'argument de l'auto-incrémentation. Si vous devez remplir vous-mêmes la colonne de la clé primaire, étant donné que vous êtes humains (comment ça pas du tout ?), vous risquez de faire une erreur. Avec une clé primaire auto-incrémentée, vous ne risquez rien : MySQL fait tout pour vous. De plus, on ne peut définir une colonne comme auto-incrémentée que si elle est de type `INT` et qu'il existe un index dessus. Dans le cas d'une clé

primaire auto-incrémentée, on définit généralement la colonne comme un entier `UNSIGNED`, comme on l'a fait pour la table *Animal*.

Il peut bien sûr n'y avoir qu'une seule clé primaire par table. De même, une seule colonne peut être auto-incrémentée (la clé primaire en général).

PRIMARY KEY or not PRIMARY KEY

Je me dois de vous dire que d'un point de vue technique, avoir une clé primaire sur chaque table n'est pas obligatoire. Vous pourriez travailler toute votre vie sur une base de données sans aucune clé primaire, et ne jamais voir un message d'erreur à ce propos. Cependant, d'un point de vue **conceptuel**, ce serait une grave erreur. Ce n'est pas le propos de ce tutoriel que de vous enseigner les étapes de conception d'une base de données mais, s'il vous plaît, pensez à mettre une clé primaire sur chacune de vos tables. Si l'utilité n'en est pas complètement évidente pour vous pour le moment, elle devrait le devenir au fur et à mesure de votre lecture.

Création d'une clé primaire

La création des clés primaires étant extrêmement semblable à la création d'index simples, j'espère que vous me pardonnerez si je ne détaille pas trop mes explications.
Donc, à nouveau, la clé primaire peut être créée en même temps que la table, ou par la suite.

Lors de la création de la table

On peut donc préciser `PRIMARY KEY` dans la description de la colonne qui doit devenir la clé primaire (pas de clé composite dans ce cas) :

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] Nom_table (
    colonne1 description_colonne1 PRIMARY KEY [,
    colonne2 description_colonne2,
    colonne3 description_colonne3,
    ...,]
)
[ENGINE=moteur];
```

Exemple : création de la table *Animal* en donnant la clé primaire dans la description de la colonne.

```
CREATE TABLE Animal (
    id SMALLINT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    espece VARCHAR(40) NOT NULL,
    sexe CHAR(1),
    date_naissance DATETIME NOT NULL,
    nom VARCHAR(30),
    commentaires TEXT
)
ENGINE=InnoDB;
```

Ou bien, on ajoute la clé à la suite des colonnes.

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] Nom_table (
    colonne1 description_colonne1 [,
    colonne2 description_colonne2,
    colonne3 description_colonne3,
    ...],
    [CONSTRAINT [symbole_contrainte]] PRIMARY KEY (colonne_pk1 [, colonne_pk2,
...])
  -- comme pour les index UNIQUE, CONSTRAINT est facultatif
)
[ENGINE=moteur];
```

C'est ce que nous avions fait d'ailleurs pour la table *Animal*. Cette méthode permet bien sûr la création d'une clé composite (avec plusieurs colonnes).
Exemple : création de *Animal*.

```
CREATE TABLE Animal (
    id SMALLINT AUTO_INCREMENT,
    espece VARCHAR(40) NOT NULL,
    sexe CHAR(1),
    date_naissance DATETIME NOT NULL,
    nom VARCHAR(30),
    commentaires TEXT,
    PRIMARY KEY (id)
)
ENGINE=InnoDB;
```

Après création de la table

On peut toujours utiliser `ALTER TABLE`. Par contre, `CREATE INDEX` n'est pas utilisable pour les clés primaires.

Si vous créez une clé primaire sur une table existante, assurez-vous que la (les) colonne(s) où vous souhaitez l'ajouter ne contienne(nt) pas NULL.

```
ALTER TABLE nom_table
ADD [CONSTRAINT [symbole_contrainte]] PRIMARY KEY (colonne_pk1 [, colonne_pk2,
...]);
```

Suppression de la clé primaire

```
ALTER TABLE nom_table
DROP PRIMARY KEY
```

Pas besoin de préciser de quelle clé il s'agit, puisqu'il ne peut y en avoir qu'une seule par table !

Clés étrangères

Les clés étrangères ont pour fonction principale la vérification de l'intégrité de votre base. Elles permettent de s'assurer que vous n'insérez pas de bêtises…
Reprenons l'exemple dans lequel on a une table *Client* et une table *Commande*. Dans la table *Commande*, on a une colonne qui contient une référence au client. Ici, le client numéro 3, M. Nicolas Jacques, a donc passé une commande de trois tubes de colle, tandis que M^{me} Marie Malherbe (cliente numéro 2) a passé deux commandes, pour

du papier et des ciseaux.

Numéro	*Prénom*	*Nom*	*Email*
1	Jean	Dupont	jdupont@email.com
2	Marie	Malherbe	mama@email.com
3	Nicolas	Jacques	jacques.nicolas@email.com
4	Hadrien	Piroux	happie@mail.com

Numéro	*Client*	*Produit*	*Quantité*
1	3	Tube de colle	3
2	2	Rame de papier A4	6
3	2	Ciseaux	2

Référence d'une table à une autre

C'est bien joli, mais que se passe-t-il si M. Hadrien Piroux passe une commande de 15 tubes de colle, et qu'à l'insertion dans la table *Commande*, votre doigt dérape et met 45 comme numéro de client ? C'est l'horreur ! Vous avez dans votre base de données une commande passée par un client inexistant, et vous passez votre après-midi du lendemain à vérifier tous vos bons de commande de la veille pour retrouver qui a commandé ces 15 tubes de colle. Magnifique perte de temps !
Ce serait quand même sympathique si, à l'insertion d'une ligne dans la table *Commande*, un gentil petit lutin allait vérifier que le numéro de client indiqué correspond bien à quelque chose dans la table *Client*, non ?
Ce lutin, ou plutôt cette lutine, existe ! Elle s'appelle "clé étrangère". Par conséquent, si vous créez une clé étrangère sur la colonne *client* de la table *Commande*, en lui donnant comme référence la colonne *numero* de la table *Client*, MySQL ne vous laissera plus jamais insérer un numéro de client inexistant dans la table *Commande*. Il s'agit bien d'une **contrainte** !
Avant d'entamer une danse de joie, parce que quand même le SQL c'est génial, restez concentrés cinq minutes, le temps de lire et retenir quelques points **importants**.

- Comme pour les index et les clés primaires, il est possible de créer des **clés étrangères composites**.
- Lorsque vous créez une clé étrangère sur une colonne (ou un groupe de colonnes) – la colonne *client* de *Commande* dans notre exemple –, **un index est automatiquement ajouté** sur celle-ci (ou sur le groupe).

- Par contre, la colonne (le groupe de colonnes) qui sert de référence - la colonne *numero* de *Client* - **doit** déjà posséder un index (où être clé primaire bien sûr).
- La colonne (ou le groupe de colonnes) sur laquelle (lequel) la clé est créée doit être **exactement** du même type que la colonne (le groupe de colonnes) qu'elle (il) référence. Cela implique qu'en cas de clé composite, il faut le même nombre de colonnes dans la clé et la référence. Donc, si *numero* (dans *Client*) est un `INT UNSIGNED`, *client* (dans *Commande*) doit être de type `INT UNSIGNED` aussi.
- Tous les moteurs de table ne permettent pas l'utilisation des clés étrangères. Par exemple, MyISAM ne le permet pas, contrairement à InnoDB.

Création

Une clé étrangère est un peu plus complexe à créer qu'un index ou une clé primaire, puisqu'il faut deux éléments :

- la ou les colonnes sur laquelle (lesquelles) on crée la clé - on utilise `FOREIGN KEY` ;
- la ou les colonnes qui va (vont) servir de référence - on utilise `REFERENCES`.

Lors de la création de la table

Du fait de la présence de deux paramètres, une clé étrangère ne peut que s'ajouter à la suite des colonnes, et pas directement dans la description d'une colonne. Par ailleurs, je vous conseille ici de créer explicitement une contrainte (grâce au mot-clé `CONSTRAINT`) et de lui donner un symbole. En effet, pour les index, on pouvait utiliser leur nom pour les identifier ; pour les clés primaires, le nom de la table suffisait puisqu'il n'y en a qu'une par table. Par contre, pour différencier facilement les clés étrangères d'une table, il est utile de leur donner un nom, à travers la contrainte associée.
À nouveau, je respecte certaines conventions de nommage : mes clés étrangères ont des noms commençant par fk (pour `FOREIGN`

KEY), suivi du nom de la colonne dans la table puis (si elle s'appelle différemment) du nom de la colonne de référence, le tout séparé par des _ (*fk_client_numero* par exemple).

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] Nom_table (
    colonne1 description_colonne1,
    [colonne2 description_colonne2,
    colonne3 description_colonne3,
    ...,]
    [ [CONSTRAINT [symbole_contrainte]]  FOREIGN KEY (colonne(s)_clé_étrangère)
REFERENCES table_référence (colonne(s)_référence)]
)
[ENGINE=moteur];
```

Donc si on imagine les tables *Client* et *Commande*, pour créer la table *Commande* avec une clé étrangère ayant pour référence la colonne *numero* de la table *Client*, on utilisera :

```
CREATE TABLE Commande (
    numero INT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
    client INT UNSIGNED NOT NULL,
    produit VARCHAR(40),
    quantite SMALLINT DEFAULT 1,
    CONSTRAINT fk_client_numero
  -- On donne un nom à notre clé
        FOREIGN KEY (client)
  -- Colonne sur laquelle on crée la clé
        REFERENCES Client(numero)
  -- Colonne de référence
)
ENGINE=InnoDB;
-- MyISAM interdit, je le rappelle encore une fois !
```

Après création de la table

Tout comme pour les clés primaires, pour créer une clé étrangère après création de la table, il faut utiliser **ALTER TABLE**.

```
ALTER TABLE Commande
ADD CONSTRAINT fk_client_numero FOREIGN KEY client REFERENCES Client(numero);
```

Suppression d'une clé étrangère

Il peut y avoir plusieurs clés étrangères par table. Par conséquent,

lors d'une suppression il faut identifier la clé à détruire. Cela se fait grâce au symbole de la contrainte.

```
ALTER TABLE nom_table
DROP FOREIGN KEY symbole_contrainte
```

Modification de notre base

Maintenant que vous connaissez les clés étrangères, nous allons en profiter pour modifier notre base et ajouter quelques tables afin de préparer le prochain chapitre, qui portera sur les jointures.
Jusqu'à maintenant, la seule information sur l'espèce des animaux de notre élevage était son nom courant. Nous voudrions maintenant stocker aussi son nom latin, ainsi qu'une petite description. Que faire ? Ajouter deux colonnes à notre table ? *nom_latin_espece* et *description_espece* ?
J'espère que vous n'avez envisagé cette possibilité qu'une demi-seconde, car il est assez évident que c'est une très mauvaise solution. En effet, ça obligerait à stocker la même description pour chaque chien, chaque chat, etc. Ainsi que le même nom latin. Nous le faisions déjà avec le nom courant, et ça aurait déjà pu poser problème. Imaginez que pour un animal vous fassiez une faute d'orthographe au nom de l'espèce, "chein" ou lieu de "chien" par exemple. L'animal en question n'apparaîtrait jamais lorsque vous feriez une recherche par espèce.
Il faudrait donc un système qui nous permette de ne pas répéter la même information plusieurs fois, et qui limite les erreurs que l'on pourrait faire.
La bonne solution est de créer une seconde table : la table *Espece*. Cette table aura 4 colonnes : le nom courant, le nom latin, une description, et un numéro d'identification (qui sera la clé primaire de cette table).

La table Espece

Voici donc la commande que je vous propose d'exécuter pour créer la table *Espece* :

```
CREATE TABLE Espece (
    id SMALLINT UNSIGNED AUTO_INCREMENT,
    nom_courant VARCHAR(40) NOT NULL,
    nom_latin VARCHAR(40) NOT NULL UNIQUE,
    description TEXT,
    PRIMARY KEY(id)
)
ENGINE=InnoDB;
```

On met un index `UNIQUE` sur la colonne *nom_latin* pour être sûr que l'on ne rentrera pas deux fois la même espèce. Pourquoi sur le nom latin et pas sur le nom courant ? Tout simplement parce que le nom latin est beaucoup plus rigoureux et réglementé que le nom courant. On peut avoir plusieurs dénominations courantes pour une même espèce ; ce n'est pas le cas avec le nom latin.
Bien, remplissons donc cette table avec les espèces déjà présentes dans la base :

```
INSERT INTO Espece (nom_courant, nom_latin, description) VALUES
    ('Chien', 'Canis canis', 'Bestiole à quatre pattes qui aime les caresses et tire souvent la langue'),
    ('Chat', 'Felis silvestris', 'Bestiole à quatre pattes qui saute très haut et grimpe aux arbres'),
    ('Tortue d''Hermann', 'Testudo hermanni', 'Bestiole avec une carapace très dure'),
    ('Perroquet amazone', 'Alipiopsitta xanthops', 'Joli oiseau parleur vert et jaune');
```

Ce qui nous donne la table suivante :

id	nom_courant	nom_latin	description
1	Chien	Canis canis	Bestiole à quatre pattes qui aime les caresses et tire souvent la langue
2	Chat	Felis silvestris	Bestiole à quatre pattes qui saute très haut et grimpe aux arbres
3	Tortue d'Hermann	Testudo hermanni	Bestiole avec une carapace très dure
4	Perroquet amazone	Alipiopsitta xanthops	Joli oiseau parleur vert et jaune

Vous aurez remarqué que j'ai légèrement modifié les noms des

espèces "perroquet" et "tortue". En effet, et j'espère que les biologistes pourront me pardonner, "perroquet" et "tortue" ne sont pas des espèces, mais des ordres. J'ai donc précisé un peu (si je donne juste l'ordre, c'est comme si je mettais "carnivore" au lieu de "chat" - ou "chien" d'ailleurs).
Bien, mais cela ne suffit pas ! Il faut également modifier notre table *Animal*. Nous allons ajouter une colonne *espece_id*, qui contiendra l'*id* de l'espèce à laquelle appartient l'animal, et remplir cette colonne. Ensuite nous pourrons supprimer la colonne *espece*, qui n'aura plus de raison d'être.
La colonne *espece_id* sera une clé étrangère ayant pour référence la colonne *id* de la table *Espece*. Je rappelle donc que ça signifie qu'il ne sera pas possible d'insérer dans *espece_id* un nombre qui n'existe pas dans la colonne *id* de la table *Espece*.

La table Animal

Je vous conseille d'essayer d'écrire vous-même les requêtes avant de regarder comment je fais.

```sql
-- Ajout d'une colonne espece_id
ALTER TABLE Animal ADD COLUMN espece_id SMALLINT UNSIGNED; -- même type que la colonne id de Espece

-- Remplissage de espece_id
UPDATE Animal SET espece_id = 1 WHERE espece = 'chien';
UPDATE Animal SET espece_id = 2 WHERE espece = 'chat';
UPDATE Animal SET espece_id = 3 WHERE espece = 'tortue';
UPDATE Animal SET espece_id = 4 WHERE espece = 'perroquet';

-- Suppression de la colonne espece
ALTER TABLE Animal DROP COLUMN espece;

-- Ajout de la clé étrangère
ALTER TABLE Animal
ADD CONSTRAINT fk_espece_id FOREIGN KEY (espece_id) REFERENCES Espece(id);
```

Pour tester l'efficacité de la clé étrangère, essayons d'ajouter un animal dont l'*espece_id* est 5 (qui n'existe donc pas dans la table *Espece*) :

```
INSERT INTO Animal (nom, espece_id, date_naissance)
VALUES ('Caouette', 5, '2009-02-15 12:45:00');
```

```
ERROR 1452 (23000): Cannot add or update a child row: a foreign key constraint
fails (`elevage`.`animal`, CONSTRAINT `fk_espece_id` FOREIGN KEY (`espece_id`)
REFERENCES `espece` (`id`))
```

Elle est pas belle la vie ?
J'en profite également pour ajouter une contrainte `NOT NULL` sur la colonne *espece_id*. Après tout, si *espece* ne pouvait pas être `NULL`, pas de raison qu'*espece_id* puisse l'être ! Ajoutons également l'index `UNIQUE` sur (*nom, espece_id*) dont on a déjà discuté.

```
ALTER TABLE Animal MODIFY espece_id SMALLINT UNSIGNED NOT NULL;

CREATE UNIQUE INDEX ind_uni_nom_espece_id ON Animal (nom, espece_id);
```

Notez qu'il n'était pas possible de mettre la contrainte `NOT NULL` à la création de la colonne, puisque tant que l'on n'avait pas rempli *espece_id*, elle contenait `NULL` pour toutes les lignes.
Voilà, nos deux tables sont maintenant prêtes. Mais avant de vous lâcher dans l'univers merveilleux des jointures et des sous-requêtes, nous allons encore compliquer un peu les choses. Parce que c'est bien joli pour un éleveur de pouvoir reconnaître un chien d'un chat, mais il serait de bon ton de reconnaître également un berger allemand d'un teckel, non ?
Par conséquent, nous allons encore ajouter deux choses à notre base. D'une part, nous allons ajouter une table *Race*, basée sur le même schéma que la table *Espece*. Il faudra également ajouter une colonne à la table *Animal*, qui contiendra l'*id* de la race de l'animal. Contrairement à la colonne *espece_id*, celle-ci pourra être `NULL`. Il n'est pas impossible que nous accueillions des bâtards, ou que certaines espèces que nous élevons ne soient pas classées en plusieurs races différentes.
Ensuite, nous allons garder une trace du pedigree de nos animaux. Pour ce faire, il faut pouvoir connaître ses parents. Donc, nous ajouterons deux colonnes à la table *Animal* : *pere_id* et *mere_id*, qui contiendront respectivement l'*id* du père et l'*id* de la mère de l'animal.
Ce sont toutes des commandes que vous connaissez, donc je ne détaille pas plus.

```sql
-- --------------------------
-- CREATION DE  LA TABLE Race
-- --------------------------
CREATE TABLE Race (
    id SMALLINT UNSIGNED AUTO_INCREMENT,
    nom VARCHAR(40) NOT NULL,
    espece_id SMALLINT UNSIGNED NOT NULL,
  -- pas de nom latin, mais une référence vers l'espèce
    description TEXT,
    PRIMARY KEY(id),
    CONSTRAINT fk_race_espece_id FOREIGN KEY (espece_id) REFERENCES Espece(id)

  -- pour assurer l'intégrité de la référence
)
ENGINE = InnoDB;

-- ------------------------
-- REMPLISSAGE DE LA TABLE
-- ------------------------
INSERT INTO Race (nom, espece_id, description)
VALUES ('Berger allemand', 1, 'Chien sportif et élégant au pelage dense, noir-
marron-fauve, noir ou gris.'),
('Berger blanc suisse', 1, 'Petit chien au corps compact, avec des pattes
courtes mais bien proportionnées et au pelage tricolore ou bicolore.'),
('Boxer', 1, 'Chien de taille moyenne, au poil ras de couleur fauve ou bringé
avec quelques marques blanches.'),
('Bleu russe', 2, 'Chat aux yeux verts et à la robe épaisse et argentée.'),
('Maine coon', 2, 'Chat de grande taille, à poils mi-longs.'),
('Singapura', 2, 'Chat de petite taille aux grands yeux en amandes.'),
('Sphynx', 2, 'Chat sans poils.');

-- ---------------------------------------------
-- AJOUT DE LA COLONNE race_id A LA TABLE Animal
-- ---------------------------------------------
ALTER TABLE Animal ADD COLUMN race_id SMALLINT UNSIGNED;

ALTER TABLE Animal
ADD CONSTRAINT fk_race_id FOREIGN KEY (race_id) REFERENCES Race(id);

-- --------------------------
-- REMPLISSAGE DE LA COLONNE
-- --------------------------
UPDATE Animal SET race_id = 1 WHERE id IN (1, 13, 20, 18, 22, 25, 26, 28);
UPDATE Animal SET race_id = 2 WHERE id IN (12, 14, 19, 7);
UPDATE Animal SET race_id = 3 WHERE id IN (23, 17, 21, 27);
UPDATE Animal SET race_id = 4 WHERE id IN (33, 35, 37, 41, 44, 31, 3);
UPDATE Animal SET race_id = 5 WHERE id IN (43, 40, 30, 32, 42, 34, 39, 8);
UPDATE Animal SET race_id = 6 WHERE id IN (29, 36, 38);

-- ----------------------------------------------------
-- AJOUT DES COLONNES mere_id ET pere_id A LA TABLE Animal
-- ----------------------------------------------------
ALTER TABLE Animal ADD COLUMN mere_id SMALLINT UNSIGNED;

ALTER TABLE Animal
ADD CONSTRAINT fk_mere_id FOREIGN KEY (mere_id) REFERENCES Animal(id);

ALTER TABLE Animal ADD COLUMN pere_id SMALLINT UNSIGNED;

ALTER TABLE Animal
ADD CONSTRAINT fk_pere_id FOREIGN KEY (pere_id) REFERENCES Animal(id);
```

```sql
-- ----------------------------------------
-- REMPLISSAGE DES COLONNES mere_id ET pere_id
-- ----------------------------------------
UPDATE Animal SET mere_id = 18, pere_id = 22 WHERE id = 1;
UPDATE Animal SET mere_id = 7, pere_id = 21 WHERE id = 10;
UPDATE Animal SET mere_id = 41, pere_id = 31 WHERE id = 3;
UPDATE Animal SET mere_id = 40, pere_id = 30 WHERE id = 2;
```

A priori, la seule chose qui pourrait vous avoir surpris dans ces requêtes ce sont les clés étrangères sur *mere_id* et *pere_id* qui référencent toutes deux une autre colonne de la même table. Bien, maintenant que nous avons trois tables et des données sympathiques à exploiter, nous allons passer aux choses sérieuses avec les jointures d'abord, puis les sous-requêtes.

En résumé

- Une clé primaire permet d'identifier chaque ligne de la table de manière unique : c'est à la fois une contrainte d'unicité et une contrainte `NOT NULL`.
- Chaque table **doit définir une clé primaire**, et une table ne peut avoir qu'**une seule** clé primaire.
- Une clé étrangère permet de définir une relation entre deux tables, et d'assurer la cohérence des données.

Chapitre 13

Jointures

Vous vous attaquez maintenant au plus important chapitre de cette partie. Le principe des jointures est plutôt simple à comprendre (quoiqu'on puisse faire des requêtes très compliquées avec), et totalement indispensable.
Les jointures vont vous permettre de jongler avec **plusieurs tables** dans la même requête.
Pour commencer, nous verrons le principe général des jointures. Puis, nous ferons un petit détour par les alias, qui servent beaucoup dans les jointures (mais pas seulement). Ensuite, retour sur le sujet avec les deux types de jointures : **internes** et **externes**. Et pour finir, après un rapide tour d'horizon des syntaxes possibles pour faire une jointure, je vous propose quelques exercices pour mettre tout ça en pratique.

Principe des jointures et notion d'alias

Principe des jointures

Sans surprise, le principe des jointures est de joindre plusieurs tables. Pour ce faire, on utilise les informations communes des tables.
Par exemple, lorsque nous avons ajouté dans notre base les informations sur les espèces (leur nom latin et leur description), je vous ai dit que ce serait une très mauvaise idée de tout mettre dans la table *Animal*, car il nous faudrait alors répéter la même description pour tous les chiens, la même pour toutes les tortues, etc.
Cependant, vous avez sans doute remarqué que du coup, si vous voulez afficher la description de l'espèce de Cartouche (votre petit préféré), vous avez besoin de deux requêtes.
Étape 1 : on trouve l'*id* de l'espèce de Cartouche grâce à la table *Animal*.

```
SELECT espece_id FROM Animal WHERE nom = 'Cartouche';
```

espece_id
1

Étape 2 : on trouve la description de l'espèce grâce à son *id*.

```
SELECT description FROM Espece WHERE id = 1;
```

description
Bestiole à quatre pattes qui aime les caresses et tire souvent la langue

Ne serait-ce pas merveilleux de pouvoir faire tout ça (et plus encore) en une seule requête ?
C'est là que les jointures entrent en jeu ; on va utiliser l'information commune entre les deux tables : l'*id* de l'espèce, qui est présente

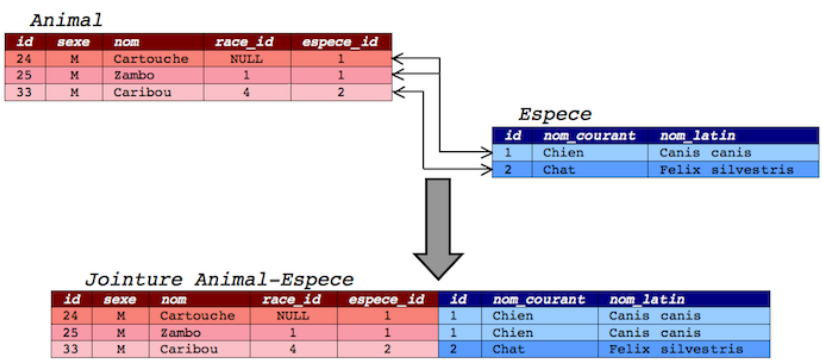
dans *Animal* avec la colonne *espece_id*, et dans *Espece* avec la colonne *id*.

```
SELECT Espece.description
FROM Espece
INNER JOIN Animal
    ON Espece.id = Animal.espece_id
WHERE Animal.nom = 'Cartouche';
```

Et voilà le travail !

description
Bestiole à quatre pattes qui aime les caresses et tire souvent la langue

En fait, lorsque l'on fait une jointure, on crée une table virtuelle et temporaire qui reprend les colonnes des tables liées. Le schéma ci-dessous illustre ce principe.
Au départ, on a deux tables : *Animal* (*id*, *sexe*, *nom*, *race_id*, *espece_id*) et *Espece* (*id*, *nom_courant*, *nom_latin*). Les deux premières lignes d'*Animal* correspondent à la première ligne d'*Espece*, et la troisième ligne d'*Animal* à la deuxième ligne d'*Espece*. Une fois les deux tables jointes, on obtient une table possédant toutes les colonnes d'*Animal* et toutes les colonnes d'*Espece*, avec les valeurs correspondantes de chaque table. On peut voir que les cinquième et sixième colonnes de la table de jointure ont les mêmes valeurs.
Ensuite, de cette table **virtuelle**, on peut extraire ce que l'on veut. La colonne *nom_latin* pour la ligne ayant "Caribou" dans la colonne *nom*, par exemple.


Animal
id sexe nom race_id espece_id
24 M Cartouche NULL 1
25 M Zambo 1 1
33 M Caribou 4 2
Espece
id nom_courant nom_latin
1 Chien Canis canis
2 Chat Felix silvestris
Jointure Animal-Espece
id sexe nom race_id espece_id id nom_courant nom_latin
24 M Cartouche NULL 1 1 Chien Canis canis
25 M Zambo 1 1 1 Chien Canis canis
33 M Caribou 4 2 2 Chat Felix silvestris

Principe des jointures

Notion d'alias

Je fais ici une petite parenthèse avant de vous expliquer en détail le fonctionnement des jointures pour vous parler d'un petit truc bien utile : les alias.
Les alias sont des noms de remplacement, que l'on donne de manière temporaire (le temps d'une requête en fait) à une colonne, une table, une donnée. Les alias sont introduits par le mot-clé `AS`. Ce mot-clé est facultatif, vous pouvez très bien définir un alias sans utiliser `AS`, mais je préfère personnellement toujours le mettre. Je trouve qu'on y voit plus clair.
Comment ça marche ?
Prenons cette requête toute simple :

```
SELECT 5+3;
```

5 + 3
8

Imaginons que ce calcul savant représente en fait le nombre de chiots de Cartouche, qui a eu une première portée de 5 chiots, et une seconde de seulement 3 chiots. Nous voudrions donc indiquer qu'il s'agit bien de ça, et non pas d'un calcul inutile destiné simplement à illustrer une notion obscure.
Facile ! Il suffit d'utiliser les alias :

```
SELECT 5+3 AS Chiots_Cartouche;

-- OU, sans utiliser AS

SELECT 5+3 Chiots_Cartouche;
```

Chiots_Cartouche
8

Bon, tout ça c'est bien joli, mais pour l'instant ça n'a pas l'air très utile…
Prenons un exemple plus parlant : retournez voir le schéma qui explique le principe des jointures un peu plus haut. La table virtuelle résultant de la jointure des tables *Espece* et *Animal* possède plusieurs colonnes :

- ***id***
- *sexe*
- *nom*
- *race_id*
- *espece_id*
- ***id***
- *nom_courant*
- *nom_latin*

Mais que vois-je ? J'ai deux colonnes *id* ! Comment faire pour les différencier ? Comment être sûr de savoir à quoi elles se rapportent ?
Avec les alias pardi ! Il suffit de donner l'alias *espece_id* à la colonne *id* de la table *Espece*, et *animal_id* à la colonne *id* de la table *Animal*.
Tout à coup, ça vous semble plus intéressant non ?
Je vais vous laisser sur ce sentiment. Il n'y a pas grand-chose de plus à dire sur les alias, vous en comprendrez toute l'utilité à travers les nombreux exemples dans la suite de ce cours. L'important pour l'instant est que vous sachiez que ça existe et comment les définir.

Jointure interne

L'air de rien, dans l'introduction, je vous ai déjà montré comment faire une jointure. La première émotion passée, vous devriez vous être dit "Tiens, mais ça n'a pas l'air bien compliqué en fait, les jointures".
En effet, une fois que vous aurez compris comment réfléchir aux jointures, tout se fera tout seul. Personnellement, ça m'aide vraiment d'imaginer la table virtuelle créée par la jointure, et de travailler sur cette table pour tout ce qui est conditions, tris, etc.
Revoici la jointure que je vous ai fait faire, et qui est en fait une jointure **interne**.

```
SELECT Espece.description
FROM Espece
INNER JOIN Animal
    ON Espece.id = Animal.espece_id
```

```
WHERE Animal.nom = 'Cartouche';
```

Décomposons !

- **`SELECT Especе.description`** : je sélectionne la colonne *description* de la table *Espece*.
- **`FROM Espece`** : je travaille sur la table *Espece*.
- **`INNER JOIN Animal`** : je la joins (avec une jointure interne) à la table *Animal*.
- **`ON Espece.id = Animal.espece_id`** : la jointure se fait sur les colonnes *id* de la table *Espece* et *espece_id* de la table *Animal*, qui doivent donc correspondre.
- **`WHERE Animal.nom = 'Cartouche'`** : dans la table résultant de la jointure, je sélectionne les lignes qui ont la valeur "Cartouche" dans la colonne *nom* venant de la table *Animal*.

Si vous avez compris ça, vous avez tout compris !

Syntaxe

Comme d'habitude, voici donc la syntaxe à utiliser pour faire des requêtes avec jointure(s) interne(s).

```
SELECT *
-- comme d'habitude, vous sélectionnez les colonnes que vous voulez
FROM nom_table1
[INNER] JOIN nom_table2
-- INNER explicite le fait qu'il s'agit d'une jointure interne, mais c'est
facultatif
    ON colonne_table1 = colonne_table2
  -- sur quelles colonnes se fait la jointure
  -- vous pouvez mettre colonne_table2 = colonne_table1, l'ordre n'a pas
d'importance
[WHERE ...]
[ORDER BY ...]
-- les clauses habituelles sont bien sûr utilisables !
[LIMIT ...]
```

Condition de jointure

La clause `ON` sert à préciser la condition de la jointure. C'est-à-dire sur quel(s) critère(s) les deux tables doivent être jointes. Dans la

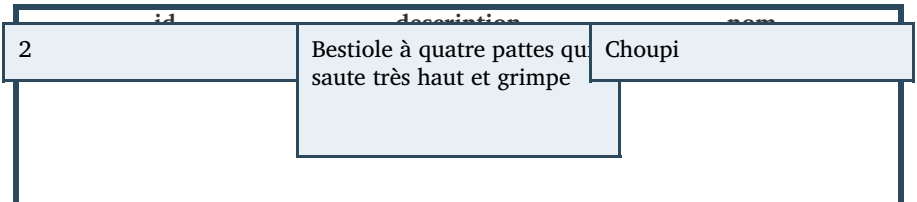
plupart des cas, il s'agira d'une condition d'égalité simple, comme `ON Animal.espece_id = Espece.id`. Il est cependant tout à fait possible d'avoir plusieurs conditions à remplir pour lier les deux tables. On utilise alors les opérateurs logiques habituels. Par exemple, une jointure peut très bien se faire sur plusieurs colonnes :

```
SELECT *
FROM nom_table1
INNER JOIN nom_table2
   ON colonne1_table1 = colonne1_table2
      AND colonne2_table1 = colonne2_table2
      [AND ...];
```

Expliciter le nom des colonnes

Il peut arriver que vous ayez dans vos deux tables des colonnes portant le même nom. C'est le cas dans notre exemple, puisque la table *Animal* comporte une colonne *id*, tout comme la table *Espece*. Il est donc important de préciser de quelle colonne on parle dans ce cas-là.
Vous l'avez vu dans notre requête, on utilise pour ça l'opérateur **.** (*nom_table.nom_colonne*). Pour les colonnes ayant un nom non-ambigu (qui n'existe dans aucune autre table de la jointure), il n'est pas obligatoire de préciser la table.
En général, je précise la table quand il s'agit de grosses requêtes avec plusieurs jointures. En revanche, pour les petites jointures courantes, il est vrai que c'est moins long à écrire si on ne précise pas la table.
Exemple : sélection du nom des animaux commençant par "Ch", ainsi que de l'id et la description de leur espèce.

```
SELECT Especе.id,
-- ici, pas le choix, il faut préciser
       Espece.description,
  -- ici, on pourrait mettre juste description
       Animal.nom
  -- idem, la précision n'est pas obligatoire. C'est cependant plus clair
puisque les espèces ont un nom aussi
FROM Espece
INNER JOIN Animal
     ON Espece.id = Animal.espece_id
WHERE Animal.nom LIKE 'Ch%';
```



	aux arbres	
3	Bestiole avec une carapace très dure	Cheli
3	Bestiole avec une carapace très dure	Chicaca

Utiliser les alias

Les alias sont souvent utilisés avec les jointures. Ils permettent notamment de renommer les tables, et ainsi d'écrire moins de code.
Exemple : on renomme la table *Espece* "*e*", et la table *Animal* "*a*".

```
SELECT e.id,
       e.description,
       a.nom
FROM Espece AS e           -- On donne l'alias "e" à Espece
INNER JOIN Animal AS a     -- et l'alias "a" à Animal.
     ON e.id = a.espece_id
WHERE a.nom LIKE 'Ch%';
```

Comme vous le voyez, le code est plus compact. Ici encore, c'est quelque chose que j'utilise souvent pour de petites requêtes ponctuelles. Par contre, pour de grosses requêtes, je préfère les noms explicites ; c'est ainsi plus facile de s'y retrouver.
Une autre utilité des alias est de renommer les colonnes pour que le résultat soit plus clair. Observez le résultat de la requête précédente. Vous avez trois colonnes : *id*, *description* et *nom*. Le nom de la table dont provient la colonne n'est indiqué nulle part. A priori, vous savez ce que vous avez demandé, surtout qu'il n'y a pas encore trop de colonnes, mais imaginez que vous sélectionniez une vingtaine de colonnes. Ce serait quand même mieux de savoir de quel *id* on parle, s'il s'agit du nom de l'animal, de son maître, du père, du fils ou du Saint-Esprit !
Il est intéressant là aussi d'utiliser les alias.
Exemple : on donne des alias aux colonnes (*id_espece* pour *id* de la table *Espece*, *description_espece* pour *Espece.description* et *nom_bestiole* pour *Animal.nom*).

```
SELECT Espece.id AS id_espece,
       Espece.description AS description_espece,
       Animal.nom AS nom_bestiole
FROM Espece
INNER JOIN Animal
     ON Espece.id = Animal.espece_id
WHERE Animal.nom LIKE 'Ch%';
```

id espece	description espece	nom bestiole
2	Bestiole à quatre pattes qui saute très haut et grimpe aux arbres	Choupi
3	Bestiole avec une carapace très dure	Cheli
3	Bestiole avec une carapace très dure	Chicaca

C'est tout de suite plus clair !

Pourquoi "interne" ?

`INNER JOIN` permet donc de faire une jointure **interne** sur deux tables. Mais que signifie donc ce "interne" ?
C'est très simple ! Lorsque l'on fait une jointure interne, cela veut dire qu'on exige qu'il y ait des données de part et d'autre de la jointure. Donc, si l'on fait une jointure sur la colonne *a* de la table *A* et la colonne *b* de la table *B* :

```
SELECT *
FROM A
INNER JOIN B
    ON A.a = B.b
```

Ceci retournera **uniquement** les lignes pour lesquelles *A.a* et *B.b* correspondent.
Exemple : on veut connaître la race des chats :

```
SELECT Animal.nom AS nom_animal, Race.nom AS race
FROM Animal
INNER JOIN Race
    ON Animal.race_id = Race.id
WHERE Animal.espece_id = 2              -- ceci correspond aux chats
ORDER BY Race.nom, Animal.nom;
```

nom animal	race
Callune	Bleu russe
Caribou	Bleu russe
Cawette	Bleu russe
Feta	Bleu russe
Filou	Bleu russe
Raccou	Bleu russe

Schtroumpfette	Bleu russe
Bagherra	Maine coon
Bilba	Maine coon
Capou	Maine coon
Cracotte	Maine coon
Farceur	Maine coon
Milla	Maine coon
Zara	Maine coon
Zonko	Maine coon
Boucan	Singapura
Boule	Singapura
Fiero	Singapura

On peut voir ici que les chats Choupi et Roucky pour lesquels je n'ai pas d'information sur la race (*race_id* est `NULL`), ne sont pas repris dans les résultats. De même, aucun des chats n'est de la race "Sphynx", celle-ci n'est donc pas reprise. Si je veux les inclure, je dois utiliser une jointure externe.

Jointure externe

Comme je viens de vous le dire, une jointure externe permet de sélectionner également les lignes pour lesquelles il n'y a pas de correspondance dans une des tables jointes. MySQL permet deux types de jointures externes : les jointures par la gauche et les jointures par la droite.

Jointures par la gauche

Lorsque l'on fait une jointure par la gauche (grâce aux mots-clés **`LEFT JOIN`** ou **`LEFT OUTER JOIN`**), cela signifie que l'on veut toutes les lignes de la table de gauche (sauf restrictions dans une clause `WHERE` bien sûr), même si certaines n'ont pas de correspondance avec une ligne de la table de droite.
Alors, table de gauche, table de droite, laquelle est laquelle ? C'est très simple, nous lisons de gauche à droite, donc la table de gauche

est la première table mentionnée dans la requête, c'est-à-dire, en général, la table donnée dans la clause `FROM`.
Si l'on veut de nouveau connaître la race des chats, mais que cette fois-ci nous voulons également afficher les chats qui n'ont pas de race, on peut utiliser la jointure suivante (je ne prends que les chats dont le nom commence par "C" afin de réduire le nombre de lignes, mais vous pouvez choisir les conditions que vous voulez) :

```
SELECT Animal.nom AS nom_animal, Race.nom AS race
FROM Animal                                          -- Table de gauche
LEFT JOIN Race                                       -- Table de droite
    ON Animal.race_id = Race.id
WHERE Animal.espece_id = 2
    AND Animal.nom LIKE 'C%'
ORDER BY Race.nom, Animal.nom;

-- OU

SELECT Animal.nom AS nom_animal, Race.nom AS race
FROM Animal                                          -- Table de gauche
LEFT OUTER JOIN Race                                 -- Table de droite
    ON Animal.race_id = Race.id
WHERE Animal.espece_id = 2
    AND Animal.nom LIKE 'C%'
ORDER BY Race.nom, Animal.nom;
```

nom_animal	race
Choupi	NULL
Callune	Bleu russe
Caribou	Bleu russe
Cawette	Bleu russe
Capou	Maine coon
Cracotte	Maine coon

On ne connaît pas la race de Choupi, et pourtant il fait bien partie des lignes sélectionnées alors qu'avec la jointure interne il n'apparaissait pas. Simplement, les colonnes qui viennent de la table Race (la colonne `Race.nom AS race` dans ce cas-ci) sont `NULL` pour les lignes qui n'ont pas de correspondance (la ligne de Choupi ici).

Jointures par la droite

Les jointures par la droite (**`RIGHT JOIN`** ou **`RIGHT OUTER JOIN`**), c'est évidemment le même principe, sauf que ce sont toutes les lignes de

la table de droite qui sont sélectionnées même s'il n'y a pas de correspondance dans la table de gauche.
Exemple : toujours avec les races de chats.

```
SELECT Animal.nom AS nom_animal, Race.nom AS race
FROM Animal                                          -- Table de gauche
RIGHT JOIN Race                                      -- Table de droite
    ON Animal.race_id = Race.id
WHERE Race.especе_id = 2
ORDER BY Race.nom, Animal.nom;

- OU

SELECT Animal.nom AS nom_animal, Race.nom AS race
FROM Animal                                      -- Table de gauche
RIGHT OUTER JOIN Race                            -- Table de droite
    ON Animal.race_id = Race.id
WHERE Race.especе_id = 2
ORDER BY Race.nom, Animal.nom;
```

nom_animal	race
Callune	Bleu russe
Caribou	Bleu russe
Cawette	Bleu russe
Feta	Bleu russe
Filou	Bleu russe
Raccou	Bleu russe
Schtroumpfette	Bleu russe
Bagherra	Maine coon
Bilba	Maine coon
Capou	Maine coon
Cracotte	Maine coon
Farceur	Maine coon
Milla	Maine coon
Zara	Maine coon
Zonko	Maine coon
Boucan	Singapura
Boule	Singapura
Fiero	Singapura
NULL	Sphynx

On a bien une ligne avec la race "Sphynx", bien que nous n'ayons aucun sphynx dans notre table *Animal*.
À noter que toutes les jointures par la droite peuvent être faites grâce à une jointure par la gauche (et vice versa). Voici l'équivalent avec une jointure par la gauche de la requête que nous venons d'écrire :

```
SELECT Animal.nom AS nom_animal, Race.nom AS race
FROM Race                                            -- Table de gauche
```

```sql
LEFT JOIN Animal                                    -- Table de droite
    ON Animal.race_id = Race.id
WHERE Race.espece_id = 2
ORDER BY Race.nom, Animal.nom;
```

Syntaxes alternatives

Les syntaxes que je vous ai montrées jusqu'ici, avec `[INNER] JOIN` et `LEFT|RIGHT [OUTER] JOIN`, sont les syntaxes classiques que vous retrouverez le plus souvent. Il existe cependant d'autres manières de faire des jointures.

Jointures avec USING

Lorsque les colonnes qui servent à joindre les deux tables ont **le même nom**, vous pouvez utiliser la clause `USING` au lieu de la clause `ON`.

```sql
SELECT *
FROM table1
[INNER | LEFT | RIGHT] JOIN table2 USING (colonneJ);
-- colonneJ est présente dans les deux tables

-- équivalent à

SELECT *
FROM table1
[INNER | LEFT | RIGHT] JOIN table2 ON Table1.colonneJ = table2.colonneJ;
```

Si la jointure se fait sur plusieurs colonnes, il suffit de lister les colonnes en les séparant par des virgules : USING (colonne1, colonne2, …)

Jointures naturelles

Comme pour les jointures avec `USING`, il est possible d'utiliser les jointures naturelles dans le cas où les colonnes servant à la jointure ont **le même nom** dans les deux tables.
Simplement, dans le cas d'une jointure naturelle, on ne donne pas la (les) colonne(s) sur laquelle (lesquelles) joindre les tables : c'est déterminé automatiquement. Donc si on a les trois tables suivantes :

- *table1* : colonnes *A*, *B*, *C*
- *table2* : colonnes *B*, *E*, *F*
- *table3* : colonnes *A*, *C*, *E*

Exemple 1 : jointure de *table1* et *table2* (une colonne ayant le même nom : *B*).

```sql
SELECT *
FROM table1
NATURAL JOIN table2;

-- EST ÉQUIVALENT À

SELECT *
FROM table1
INNER JOIN table2
    ON table1.B = table2.B;
```

Exemple 2 : jointure de *table1* et *table3* (deux colonnes ayant le même nom : *A* et *C*).

```sql
SELECT *
FROM table1
NATURAL JOIN table3;

-- EST ÉQUIVALENT À

SELECT *
FROM table1
INNER JOIN table3
    ON table1.A = table3.A AND table1.C = table3.C;
```

Pour utiliser ce type de jointure, il faut donc être certain que **toutes les colonnes nécessaires** à la jointure ont le même nom dans les deux tables, mais aussi que les colonnes ayant le même nom sont **uniquement celles qui servent à la jointure**.

Notez que vous pouvez également réaliser une jointure externe par la gauche avec les jointures naturelles à l'aide de **`NATURAL LEFT JOIN`**.

Jointures sans JOIN

Cela peut paraître absurde, mais il est tout à fait possible de faire une jointure sans utiliser le mot `JOIN`. Ce n'est cependant possible que pour les jointures internes.
Il suffit de mentionner les tables que l'on veut joindre dans la clause `FROM` (séparées par des virgules), et de mettre la condition de jointure dans la clause `WHERE` (sans clause `ON`).

```
SELECT *
FROM table1, table2
WHERE table1.colonne1 = table2.colonne2;

-- équivalent à

SELECT *
FROM table1
[INNER] JOIN table2
    ON table1.colonne1 = table2.colonne2;
```

Je vous déconseille cependant d'utiliser cette syntaxe. En effet, lorsque vous ferez des grosses jointures, avec plusieurs conditions dans la clause `WHERE`, vous serez bien contents de pouvoir différencier au premier coup d'œil les conditions de jointures des conditions "normales".

Exemples d'application et exercices

Maintenant que vous savez comment faire une jointure, on va un peu s'amuser. Cette partie sera en fait un mini-TP. Je vous dis à quel résultat vous devez parvenir en utilisant des jointures, vous essayez,

et ensuite, vous allez voir la réponse et les explications.
Techniquement, vous avez vu toute la théorie nécessaire pour réaliser toutes les requêtes que je vous demanderai ici. Cependant, il y aura des choses que je ne vous ai pas "montrées" explicitement, comme les jointures avec plus de deux tables, ou les auto-jointures (joindre une table avec elle-même).
C'est voulu !
Je ne m'attends pas à ce que vous réussissiez à construire toutes les requêtes sans jeter un œil à la solution. Le but ici est de vous faire réfléchir, et surtout de vous faire prendre conscience qu'on peut faire pas mal de chose en SQL, en combinant plusieurs techniques par exemple.
Si un jour vous vous dites "Tiens, ce serait bien si en SQL on pouvait…", arrêtez de vous le dire et faites-le, simplement ! Vous serez probablement plus souvent limités par votre imagination que par SQL.
Bien, ça c'est dit, donc allons-y !

Pour jouer le jeu jusqu'au bout, je vous propose de considérer que vous ne connaissez pas les id correspondants aux différentes races et espèces. Donc quand je demande la liste des chiens par exemple, il n'est pas intéressant de sélectionner les animaux WHERE espece_id = 1 ; il est bien plus utile de faire une jointure avec la table Espece.

A/ Commençons par des choses faciles

Des jointures sur deux tables, avec différentes conditions à

respecter.

1. Moi, j'aime bien les chiens de berger

Vous devez obtenir la liste des races de chiens qui sont des chiens de berger.

On considère (même si ce n'est pas tout à fait vrai) que les chiens de berger ont "berger" dans leur nom de race.

```sql
SELECT Race.nom AS Race
FROM Race
INNER JOIN Especе ON Especе.id = Race.especе_id
WHERE Especе.nom_courant = 'chien' AND Race.nom LIKE '%berger%';
```

Bon, c'était juste un échauffement. Normalement vous ne devriez pas avoir eu de difficultés avec cette requête. Peut-être avez-vous oublié la condition `Especе.nom_courant = 'chien'` ? On ne sait jamais, une race de chat (ou autre) pourrait très bien contenir "berger", or j'ai explicitement demandé les chiens.

2. Mais de quelle couleur peut bien être son pelage ?

Vous devez obtenir la liste des animaux (leur nom, date de naissance et race) pour lesquels nous n'avons aucune information sur la couleur que devrait avoir leur pelage.

Dans la description des races, j'utilise parfois "pelage", parfois "poils", et parfois "robe".

```sql
SELECT Animal.nom AS nom_animal, Animal.date_naissance, Race.nom AS race
FROM Animal
LEFT JOIN Race
    ON Animal.race_id = Race.id
```

```
WHERE (Race.description NOT LIKE '%poil%'
       AND Race.description NOT LIKE '%robe%'
       AND Race.description NOT LIKE '%pelage%'
      )
      OR Race.id IS NULL;
```

Il faut donc :

- soit qu'on ne connaisse pas la race (on n'a alors aucune information sur le pelage de la race, a fortiori) ;
- soit qu'on connaisse la race, mais que dans la description de celle-ci il n'y ait pas d'information sur le pelage.

1/ On ne connaît pas la race
Les animaux dont on ne connaît pas la race ont `NULL` dans la colonne *race_id*. Mais vu que l'on fait une jointure sur cette colonne, il ne faut pas oublier de faire une jointure **externe**, sinon tous ces animaux sans race seront éliminés.
Une fois que c'est fait, pour les sélectionner, il suffit de mettre la condition `Animaux.race_id IS NULL` par exemple, ou simplement `Race.#n'importe quelle colonne# IS NULL` vu qu'il n'y a pas de correspondance avec *Race*.
2/ Pas d'information sur le pelage dans la description de la race
Je vous ai donné comme indice le fait que j'utilisais les mots "pelage", "poil" ou "robe" dans les descriptions des espèces. Il fallait donc sélectionner les races pour lesquelles la description ne contient pas ces mots. D'où l'utilisation de `NOT LIKE`.
Si on met tout ça ensemble : il fallait faire une jointure externe des tables *Animal* et *Race*, et ensuite sélectionner les animaux qui répondaient à l'une ou l'autre des conditions (opérateur logique `OR`).

B/ Compliquons un peu les choses

Jointures sur deux tables, ou plus !

1. La race ET l'espèce

Vous devez obtenir la liste des chats et des perroquets

amazones, avec leur sexe, leur espèce (nom latin) et leur race s'ils en ont une. Regroupez les chats ensemble, les perroquets ensemble et, au sein de l'espèce, regroupez les races.

```
SELECT Animal.nom as nom_animal, Animal.sexe, Espece.nom_latin as espece,
Race.nom as race
FROM Animal
INNER JOIN Espece
    ON Animal.espece_id = Espece.id
LEFT JOIN Race
    ON Animal.race_id = Race.id
WHERE Espece.nom_courant IN ('Perroquet amazone', 'Chat')
ORDER BY Espece.nom_latin, Race.nom;
```

Comme vous voyez, c'est non seulement très simple de faire des jointures sur plus d'une table, mais c'est également possible de mélanger jointures internes et externes. Si ça vous pose problème, essayez vraiment de vous imaginer les étapes.
D'abord, on fait la jointure d'*Animal* et d'*Espece*. On se retrouve alors avec une grosse table qui possède toutes les colonnes d'*Animal* et toutes les colonnes d'*Espece*. Ensuite, à cette grosse table (à la fois virtuelle et intermédiaire), on joint la table *Race*, grâce à la colonne *Animal.race_id*.
Notez que l'ordre dans lequel vous faites les jointures n'est pas important.
En ce qui concerne la clause `ORDER BY`, j'ai choisi de trier par ordre alphabétique, mais il est évident que vous pouviez également trier sur les *id* de l'espèce et de la race. L'important ici était de trier d'abord sur une colonne d'*Espece*, ensuite sur une colonne de *Race*.

2. Futures génitrices

Vous devez obtenir la liste des chiennes dont on connaît la race, et qui sont en âge de procréer (c'est-à-dire nées avant juillet 2010). Affichez leur nom, date de naissance et race.

```
SELECT Animal.nom AS nom_chienne, Animal.date_naissance, Race.nom AS race
FROM Animal
INNER JOIN Espece
    ON Animal.espece_id = Espece.id
INNER JOIN Race
    ON Animal.race_id = Race.id
```

```
WHERE Espece.nom_courant = 'chien'
    AND Animal.date_naissance < '2010-07-01'
    AND Animal.sexe = 'F';
```

Cette fois, il fallait faire une jointure interne avec *Race* puisqu'on voulait que la race soit connue. Le reste de la requête ne présentait pas de difficulté majeure.

C/ Et maintenant, le test ultime !

Jointures sur deux tables ou plus, avec éventuelles auto-jointures. Je vous ai fait rajouter, à la fin du chapitre précédent, deux jolies petites colonnes dans la table *Animal* : *mere_id* et *pere_id*. Le moment est venu de les utiliser !

1. Mon père, ma mère, mes frères et mes sœurs (Wohooooo)

Vous devez obtenir la liste des chats dont on connaît les parents, ainsi que le nom de ces parents.

```
SELECT Animal.nom, Pere.nom AS Papa, Mere.nom AS Maman
FROM Animal
INNER JOIN Animal AS Pere
    ON Animal.pere_id = Pere.id
INNER JOIN Animal AS Mere
    ON Animal.mere_id = Mere.id
INNER JOIN Espece
    ON Animal.espece_id = Espece.id
WHERE Espece.nom_courant = 'chat';
```

Si celle-là, vous l'avez trouvée tout seuls, je vous félicite ! Sinon, c'est un peu normal. Vous voici face au premier cas dans lequel les alias sont **obligatoires**. En effet, vous aviez sans doute compris que vous pouviez faire `FROM Animal INNER JOIN Animal`, puisque j'avais mentionné les auto-jointures, mais vous avez probablement bloqué sur la clause `ON`. Comment différencier les colonnes d'*Animal* dans `FROM` des colonnes d'*Animal* dans `JOIN` ? Vous savez maintenant qu'il suffit d'utiliser des alias.
Il faut faire une jointure sur trois tables puisqu'au final, vous avez besoin des noms de trois animaux. Or en liant deux tables *Animal*

ensemble, vous avez deux colonnes *nom*. Pour pouvoir en avoir trois, il faut lier trois tables.
Prenez le temps de bien comprendre les auto-jointures, le pourquoi du comment et le comment du pourquoi. Faites des schémas si besoin, imaginez les tables intermédiaires.

2. Je suis ton père

Histoire de se détendre un peu, vous devez maintenant obtenir la liste des enfants de Bouli (nom, sexe et date de naissance).

```
SELECT Animal.nom, Animal.sexe, Animal.date_naissance
FROM Animal
INNER JOIN Animal AS Pere
    ON Animal.pere_id = Pere.id
WHERE Pere.nom = 'Bouli';
```

Après la requête précédente, celle-ci devrait vous sembler plutôt facile ! Notez qu'il y a plusieurs manières de faire bien sûr. En voici une autre :

```
SELECT Enfant.nom, Enfant.sexe, Enfant.date_naissance
FROM Animal
INNER JOIN Animal AS Enfant
    ON Enfant.pere_id = Animal.id
WHERE Animal.nom = 'Bouli';
```

L'important, c'est le résultat ! Évidemment, si vous avez utilisé 45 jointures et 74 conditions, alors ce n'est pas bon non plus. Du moment que vous n'avez joint que deux tables, ça devrait être bon.

3. C'est un pure race ?

Courage, c'est la dernière (et la plus thrash)!
Vous devez obtenir la liste des animaux dont on connaît le père, la mère, la race, la race du père, la race de la mère. Affichez le nom et la race de l'animal et de ses parents, ainsi que l'espèce de l'animal (pas des parents).

```
SELECT Espece.nom_courant AS espece, Animal.nom AS nom_animal, Race.nom AS
race_animal,
```

```
    Pere.nom AS papa, Race_pere.nom AS race_papa,
    Mere.nom AS maman, Race_mere.nom AS race_maman
FROM Animal
INNER JOIN Espece
    ON Animal.espece_id = Espece.id
INNER JOIN Race
    ON Animal.race_id = Race.id
INNER JOIN Animal AS Pere
    ON Animal.pere_id = Pere.id
INNER JOIN Race AS Race_pere
    ON Pere.race_id = Race_pere.id
INNER JOIN Animal AS Mere
    ON Animal.mere_id = Mere.id
INNER JOIN Race AS Race_mere
    ON Mere.race_id = Race_mere.id;
```

Pfiou ! Le principe est exactement le même que pour avoir le nom des parents. Il suffit de rajouter une jointure avec *Race* pour le père, pour la mère, et pour l'enfant, en n'oubliant pas de bien utiliser les alias bien sûr.
C'est avec ce genre de requête que l'on se rend compte à quel point il est important de bien structurer et indenter sa requête, et à quel point un choix d'alias intelligent peut clarifier les choses.

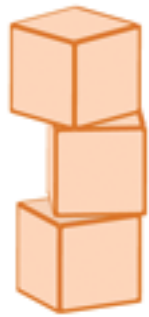
Si vous avez survécu jusqu'ici, vous devriez maintenant avoir compris en profondeur le principe des jointures, et être capables de manipuler de nombreuses tables sans faire tout tomber par terre.

En résumé

- Une jointure est une opération qui consiste à **joindre plusieurs tables** ensemble, sur la base d'**informations communes**.
- Lorsque l'on fait une jointure interne, on ne prend que les données pour lesquelles il existe une **correspondance entre la table 1 et la table 2**.
- Par contre, dans une jointure externe, on récupère **toutes les données d'une des deux tables** (table 1), plus les données de la seconde table (table 2) pour lesquelles il existe une correspondance dans la table 1.
- On peut joindre une table à elle-même. Cela s'appelle une **auto-jointure**.

Chapitre 14

Sous-requêtes



Nous allons maintenant apprendre à imbriquer plusieurs requêtes, ce qui vous permettra de faire en une seule fois ce qui vous aurait, jusqu'ici, demandé plusieurs étapes.
Une sous-requête est une requête **à l'intérieur** d'une autre requête. Avec le SQL, vous pouvez construire des requêtes imbriquées sur autant de niveaux que vous voulez. Vous pouvez également mélanger jointures et sous-requêtes. Tant que votre requête est correctement structurée, elle peut être aussi complexe que vous voulez.
Une sous-requête peut être faite dans une requête de type `SELECT`, `INSERT`, `UPDATE` ou `DELETE` (et quelques autres que nous n'avons pas encore vues). Nous ne verrons dans ce chapitre que les requêtes de sélection. Les jointures et sous-requêtes pour la modification, l'insertion et la suppression de données étant traitées dans le prochain chapitre.

La plupart des requêtes de sélection que vous allez voir dans ce chapitre sont tout à fait réalisables autrement, souvent avec une jointure. Certains préfèrent les sous-requêtes aux jointures parce que c'est légèrement plus clair comme syntaxe, et peut-être plus intuitif. Il faut cependant savoir qu'une jointure sera toujours **au moins aussi rapide** que la même requête faite avec une sous-requête. Par conséquent, s'il est important pour vous d'optimiser les performances de votre application, utilisez plutôt des jointures lorsque c'est possible.

Sous-requêtes dans le FROM

Lorsque l'on fait une requête de type `SELECT`, le résultat de la requête nous est envoyé sous forme de table. Et grâce aux sous-requêtes, il est tout à fait possible d'utiliser cette table et de refaire une recherche uniquement sur les lignes de celle-ci.
Exemple : on sélectionne toutes les femelles parmi les perroquets et les tortues .

```
SELECT Animal.id, Animal.sexe, Animal.date_naissance, Animal.nom,
Animal.espece_id
FROM Animal
INNER JOIN Espece
    ON Especе.id = Animal.espece_id
WHERE sexe = 'F'
AND Espece.nom_courant IN ('Tortue d''Hermann', 'Perroquet amazone');
```

id	sexe	date_naissance	nom	espece_id
4	F	2009-08-03 05:12:00	NULL	3
6	F	2009-06-13 08:17:00	Bobosse	3
45	F	2007-04-01 18:17:00	Nikki	3
46	F	2009-03-24 08:23:00	Tortilla	3
47	F	2009-03-26 01:24:00	Scroupy	3
48	F	2006-03-15 14:56:00	Lulla	3
49	F	2008-03-15 12:02:00	Dana	3
50	F	2009-05-25	Cheli	3

		19:57:00		
51	F	2007-04-01 03:54:00	Chicaca	3
52	F	2006-03-15 14:26:00	Redbul	3
60	F	2009-03-26 07:55:00	Parlotte	4

Parmi ces femelles perroquets et tortues, on veut connaître la date de naissance de la plus âgée. On va donc faire une sélection dans la table des résultats de la requête.

```
SELECT MIN(date_naissance)
FROM (
    SELECT Animal.id, Animal.sexe, Animal.date_naissance, Animal.nom,
Animal.espece_id
    FROM Animal
    INNER JOIN Espece
        ON Espece.id = Animal.espece_id
    WHERE sexe = 'F'
    AND Especе.nom_courant IN ('Tortue d''Hermann', 'Perroquet amazone')
) AS tortues_perroquets_F;
```

MIN(date_naissance)
2006-03-15 14:26:00

MIN() est une fonction qui va chercher la valeur minimale dans une colonne, nous reparlerons plus en détail des fonctions dans la troisième partie de ce cours.

Les règles à respecter

Parenthèses

Une sous-requête doit toujours se trouver dans des **parenthèses**, afin de définir clairement ses limites.

Alias

Dans le cas des sous-requêtes dans le `FROM`, il est également obligatoire de **préciser un alias pour la table intermédiaire** (le résultat de notre sous-requête). Si vous ne le faites pas, MySQL déclenchera une erreur. Ici, on l'a appelée *tortues_perroquets_F*. Nommer votre table intermédiaire permet de plus de vous y référer si vous faites une jointure dessus, ou si certains noms de colonnes sont ambigus et que le nom de la table doit être précisé. Attention au fait qu'il ne s'agit pas de la table *Animal*, mais bien d'une table tirée d'*Animal*.
Par conséquent, si vous voulez préciser le nom de la table dans le `SELECT` principal, vous devez écrire `SELECT MIN(tortues_perroquets_F.date_naissance)`, et non pas `SELECT MIN(Animal.date_naissance)`.

Cohérence des colonnes

Les colonnes sélectionnées dans le `SELECT` "principal" doivent bien sûr être présentes dans la table intermédiaire. La requête suivante, par exemple, ne fonctionnera pas :

```
SELECT MIN(date_naissance)
FROM (
    SELECT Animal.id, Animal.nom
    FROM Animal
    INNER JOIN Espece
        ON Espece.id = Animal.espece_id
    WHERE sexe = 'F'
    AND Especе.nom_courant IN ('Tortue d''Hermann', 'Perroquet amazone')
) AS tortues_perroquets_F;
```

En effet, *tortues_perroquets_F* n'a que deux colonnes : *id* et *nom*. Il est donc impossible de sélectionner la colonne *date_naissance* de cette table.

Noms ambigus

Pour finir, attention aux noms de colonnes ambigus. Une table, même intermédiaire, ne peut pas avoir deux colonnes ayant le même nom. Si deux colonnes ont le même nom, il est nécessaire de renommer explicitement au moins l'une des deux.
Donc, si on veut sélectionner la colonne *Especе.id* en plus dans la sous-requête, on peut procéder ainsi :

```sql
SELECT MIN(date_naissance)
FROM (
    SELECT Animal.id, Animal.sexe, Animal.date_naissance, Animal.nom,
Animal.espece_id,
           Espece.id AS espece_espece_id
-- On renomme la colonne id de Espece, donc il n'y a plus de doublons.
    FROM Animal
-- Attention de ne pas la renommer espece_id, puisqu'on sélectionne aussi la
colonne espece_id dans Animal !
    INNER JOIN Espece
        ON Espece.id = Animal.espece_id
    WHERE sexe = 'F'
    AND Espece.nom_courant IN ('Tortue d''Hermann', 'Perroquet amazone')
) AS tortues_perroquets_F;
```

Sous-requêtes dans les conditions

Je vous ai donc dit que lorsque vous faites une requête `SELECT`, le résultat est sous forme de table. Ces tables de résultats peuvent avoir :

- plusieurs colonnes et plusieurs lignes ;
- plusieurs colonnes mais une seule ligne ;
- plusieurs lignes mais une seule colonne ;
- ou encore une seule ligne et une seule colonne (c'est-à-dire juste **une** valeur).

Les sous-requêtes renvoyant plusieurs lignes **et** plusieurs colonnes ne sont utilisées que dans les clauses `FROM`. Nous allons ici nous intéresser aux trois autres possibilités uniquement.

Comparaisons

Pour rappel, voici un tableau des opérateurs de comparaison.

Opérateur	Signification
=	égal

<	inférieur
< =	inférieur ou égal
>	supérieur
> =	supérieur ou égal
< > ou ! =	différent
< = >	égal (valable pour `NULL` aussi)

On peut utiliser des comparaisons de ce type avec des sous-requêtes qui donnent comme résultat soit une valeur (c'est-à-dire une seule ligne et une seule colonne), soit une ligne (plusieurs colonnes mais une seule ligne).

Sous-requête renvoyant une valeur

Le cas le plus simple est évidemment d'utiliser une sous-requête qui renvoie une valeur.

```
SELECT id, sexe, nom, commentaires, espece_id, race_id
FROM Animal
WHERE race_id =
    (SELECT id FROM Race WHERE nom = 'Berger Allemand');
  -- la sous-requête renvoie simplement 1
```

Remarquez que cette requête peut également s'écrire avec une jointure plutôt qu'une sous-requête :

```
SELECT Animal.id, sexe, Animal.nom, commentaires, Animal.espece_id, race_id
FROM Animal
INNER JOIN Race ON Race.id = Animal.race_id
WHERE Race.nom = 'Berger Allemand';
```

Voici un exemple de requête avec sous-requête qu'il est impossible de faire avec une simple jointure :

```
SELECT id, nom, espece_id
FROM Race
WHERE espece_id = (
    SELECT MIN(id)
-- Je rappelle que MIN() permet de récupérer la plus petite valeur de la
colonne parmi les lignes sélectionnées

    FROM Espece);
```

id	nom	espece_id
1	Berger allemand	1
2	Berger blanc suisse	1
3	Boxer	1

En ce qui concerne les autres opérateurs de comparaison, le principe est exactement le même :

```
SELECT id, nom, espece_id
FROM Race
WHERE espece_id < (
    SELECT id
    FROM Espece
    WHERE nom_courant = 'Tortue d''Hermann');
```

id	nom	espece_id
1	Berger allemand	1
2	Berger blanc suisse	1
3	Boxer	1
4	Bleu russe	2
5	Maine coon	2
6	Singapura	2
7	Sphynx	2

Ici la sous-requête renvoie *3*, donc nous avons bien les races dont l'espèce a un *id* inférieur à 3 (donc 1 et 2).

Sous-requête renvoyant une ligne

Seuls les opérateurs = et != (ou <>) sont utilisables avec une sous-requête de ligne, toutes les comparaisons de type "plus grand" ou "plus petit" ne sont pas supportées.

Dans le cas d'une sous-requête dont le résultat est une ligne, la syntaxe est la suivante :

```
SELECT *
FROM nom_table1
WHERE [ROW](colonne1, colonne2) = (
-- le ROW n'est pas obligatoire
    SELECT colonneX, colonneY
    FROM nom_table2
    WHERE...);
  -- Condition qui ne retourne qu'UNE SEULE LIGNE
```

Cette requête va donc renvoyer toutes les lignes de la table1 dont la colonne1 = la colonneX de la ligne résultat de la sous-requête ET la colonne2 = la colonneY de la ligne résultat de la sous-requête.

Vous voulez un exemple peut-être ? Allons-y !

```
SELECT id, sexe, nom, espece_id, race_id
FROM Animal
WHERE (id, race_id) = (
    SELECT id, espece_id
    FROM Race
    WHERE id = 7);
```

id	sexe	nom	espece_id	race_id
7	F	Caroline	1	2

Décomposons calmement. Voyons d'abord ce que la sous-requête donne comme résultat.

```
SELECT id, espece_id
FROM Race
WHERE id = 7;
```

id	espece_id
7	2

Et comme condition, on a `WHERE (id, race_id) = #le résultat de la sous-requête#`.
Donc la requête renverra les lignes de la table *Animal* pour lesquelles *id* vaut 7 et *race_id* vaut 2.

Attention, il est impératif que la sous-requête ne renvoie qu'une seule ligne. Dans le cas contraire, la requête échouera.

Conditions avec IN et NOT IN

IN

Vous connaissez déjà l'opérateur `IN`, qui compare une colonne avec une liste de valeurs.
Exemple

```
SELECT Animal.id, Animal.nom, Animal.espece_id
```

```
FROM Animal
INNER JOIN Espece
    ON Espece.id = Animal.espece_id
WHERE Espece.nom_courant IN ('Tortue d''Hermann', 'Perroquet amazone');
```

Cet opérateur peut également s'utiliser avec une sous-requête dont le résultat est une **colonne** ou une **valeur**. On peut donc réécrire la requête ci-dessus en utilisant une sous-requête plutôt qu'une jointure :

```
SELECT id, nom, espece_id
FROM Animal
WHERE espece_id IN (
    SELECT id
    FROM Espece
    WHERE nom_courant IN ('Tortue d''Hermann', 'Perroquet amazone')
);
```

Le fonctionnement est plutôt facile à comprendre. La sous-requête donne les résultats suivants :

```
SELECT id
-- On ne sélectionne bien qu'UNE SEULE COLONNE.
FROM Espece
WHERE nom_courant IN ('Tortue d''Hermann', 'Perroquet amazone');
```

id
3
4

Ainsi, la requête principale sélectionnera les lignes qui ont un *espece_id* parmi ceux renvoyés par la sous-requête, donc 3 ou 4.

NOT IN

Si l'on utilise `NOT IN`, c'est bien sûr le contraire, on exclut les lignes qui correspondent au résultat de la sous-requête. La requête suivante nous renverra donc les animaux dont l'*espece_id* n'est **pas** 3 ou 4.

```
SELECT id, nom, espece_id
FROM Animal
WHERE espece_id NOT IN (
    SELECT id
    FROM Espece
    WHERE nom_courant IN ('Tortue d''Hermann', 'Perroquet amazone')
);
```

Conditions avec ANY, SOME et ALL

Les conditions avec `IN` et `NOT IN` sont un peu limitées, puisqu'elles ne permettent que des comparaisons de type "est égal" ou "est différent". Avec `ANY` et `ALL`, on va pouvoir utiliser les autres comparateurs (plus grand, plus petit, etc.).

Bien entendu, comme pour IN, il faut des sous-requêtes dont le résultat est soit une valeur, soit une colonne.

- `ANY` : veut dire "au moins une des valeurs".
- `SOME` : est un synonyme de `ANY`.
- `ALL` : signifie "toutes les valeurs".

ANY (ou SOME)

La requête suivante signifie donc "Sélectionne les lignes de la table *Animal*, dont l'*espece_id* est inférieur à **au moins une** des valeurs sélectionnées dans la sous-requête". C'est-à-dire inférieur à 3 **ou** à 4. Vous aurez donc dans les résultats toutes les lignes dont l'*espece_id* vaut 1, 2 ou 3 (puisque 3 est inférieur à 4).

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE espece_id < ANY (
    SELECT id
    FROM Espece
    WHERE nom_courant IN ('Tortue d''Hermann', 'Perroquet amazone')
);
```

ALL

Par contre, si vous utilisez `ALL` plutôt que `ANY`, cela signifiera "Sélectionne les lignes de la table *Animal*, dont l'*espece_id* est inférieur à **toutes** les valeurs sélectionnées dans la sous-requête". Donc inférieur à 3 **et** à 4. Vous n'aurez donc plus que les lignes dont l'*espece_id* vaut 1 ou 2.

```sql
SELECT *
FROM Animal
WHERE espece_id < ALL (
    SELECT id
    FROM Espece
    WHERE nom_courant IN ('Tortue d''Hermann', 'Perroquet amazone')
);
```

Remarque : lien avec IN

Remarquez que `= ANY` est l'équivalent de `IN`, tandis que `<> ALL` est l'équivalent de `NOT IN`. Attention cependant que `ANY` et `ALL` (et `SOME`) ne peuvent s'utiliser qu'avec des sous-requêtes, et non avec des valeurs comme on peut le faire avec `IN`.
On ne peut donc pas faire ceci :

```sql
SELECT id
FROM Espece
WHERE nom_courant = ANY ('Tortue d''Hermann', 'Perroquet amazone');
```

```
#1064 - You have an error in your SQL syntax;
```

Sous-requêtes corrélées

Une sous-requête corrélée est une sous-requête qui fait référence à une colonne (ou une table) qui n'est pas définie dans sa clause `FROM`, mais bien ailleurs dans la requête dont elle fait partie.
Vu que ce n'est pas une définition extrêmement claire de prime abord, voici un exemple de requête avec une sous-requête corrélée :

```sql
SELECT colonne1
FROM tableA
WHERE colonne2 IN (
    SELECT colonne3
    FROM tableB
    WHERE tableB.colonne4 = tableA.colonne5
    );
```

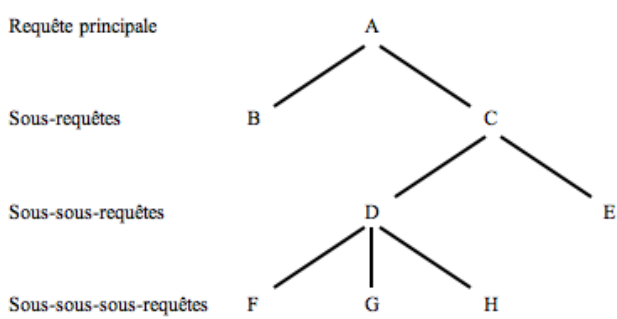
Si l'on prend la sous-requête toute seule, on ne pourra pas l'exécuter :

```sql
SELECT colonne3
FROM tableB
WHERE tableB.colonne4 = tableA.colonne5
```

En effet, seule la *tableB* est sélectionnée dans la clause `FROM`, il n'y a pas de jointure avec la *tableA*, et pourtant on utilise la *tableA* dans la condition.
Par contre, aucun problème pour l'utiliser comme sous-requête, puisque la clause `FROM` de la requête principale sélectionne la *tableA*. La sous-requête est donc **corrélée** à la requête principale.
Attention : si MySQL rencontre une table inconnue dans une sous-requête, elle va aller chercher dans les **niveaux supérieurs uniquement** si cette table existe. Donc, imaginons que l'on a une requête avec 3 niveaux : la requête principale (niveau 1), une ou plusieurs sous-requêtes (niveau 2) et une ou plusieurs sous-sous-requêtes, c'est-à-dire une sous-requête dans une sous-requête (niveau 3).

- Une sous-requête (niveau 2) peut être corrélée à la requête principale (niveau 1).
- Une sous-sous-requête (niveau 3) peut être corrélée à la sous-requête **dont elle dépend** (niveau 2), ou à la requête principale (niveau 1).
- Mais une sous-requête (niveau 2) ne peut pas être corrélée à une autre sous-requête (niveau 2).

Si l'on prend le schéma suivant, on peut donc remonter l'arbre, mais jamais descendre d'un cran pour trouver les tables nécessaires.



Sous-requêtes corrélées

Peuvent être corrélées à :

- **A** : B, C, D, E, F, G et H
- **B** : aucune
- **C** : D, E, F, G et H
- **D** : F, G et H
- **E** : aucune

Le temps de vous expliquer le fonctionnement de `EXISTS` et **`NOT EXISTS`**, et nous verrons un exemple de sous-requête corrélée.

Conditions avec EXISTS et NOT EXISTS

Les conditions `EXISTS` et **`NOT EXISTS`** s'utilisent de la manière suivante :

```
SELECT * FROM nom_table
WHERE [NOT] EXISTS (sous-requête)
```

Une condition avec `EXISTS` sera vraie (et donc la requête renverra quelque chose) si la sous-requête correspondante renvoie au moins une ligne.
Une condition avec **`NOT EXISTS`** sera vraie si la sous-requête correspondante ne renvoie aucune ligne.
Exemple : on sélectionne les races s'il existe un animal qui s'appelle Balou.

```
SELECT id, nom, espece_id FROM Race
WHERE EXISTS (SELECT * FROM Animal WHERE nom = 'Balou');
```

Vu qu'il existe bien un animal du nom de Balou dans notre table *Animal*, la condition est vraie, on sélectionne donc toutes les races. Si l'on avait utilisé un nom qui n'existe pas, la requête n'aurait renvoyé aucun résultat.

id	nom	espece_id
1	Berger allemand	1
2	Berger blanc suisse	1
3	Boxer	1
4	Bleu russe	2
5	Maine coon	2
6	Singapura	2
7	Sphynx	2

8	Nebelung	2

Vous conviendrez cependant qu'une telle requête n'a pas beaucoup de sens, c'était juste pour vous faire comprendre le principe. En général, on utilise `WHERE [NOT] EXISTS` avec des sous-requêtes corrélées.
Exemple : je veux sélectionner toutes les races dont on ne possède aucun animal.

```
SELECT * FROM Race
WHERE NOT EXISTS (SELECT * FROM Animal WHERE Animal.race_id = Race.id);
```

La sous-requête est bien corrélée à la requête principale, puisqu'elle utilise la table *Race*, qui n'est pas sélectionnée dans la sous-requête. En résultat, on a bien le Sphynx, puisqu'on n'en possède aucun.

id	nom	espece_id	description
7	Sphynx	2	Chat sans poils.

En résumé

- Une sous-requête est une requête imbriquée dans une autre requête.
- Il est obligatoire de donner un alias au résultat d'une sous-requête lorsqu'on l'utilise dans une clause `FROM`.
- `IN`, `ANY`, `SOME` et `ALL` s'utilisent uniquement avec des sous-requêtes renvoyant une seule colonne.
- Une sous-requête corrélée est une sous-requête utilisant une table référencée uniquement dans la requête dont elle dépend, et non dans la sous-requête elle-même.
- `EXISTS` renvoie vrai si la sous-requête qui y est associée renvoie au moins un résultat.

Chapitre 15

Jointures et sous-requêtes : modification de données

Voici un petit chapitre bonus sur les jointures et les sous-requêtes. Vous allez apprendre ici à utiliser ces outils, non pas dans le cadre de la sélection de données comme on l'a fait jusqu'à présent, mais pour :

- l'insertion : les sous-requêtes vont permettre d'insérer des données dans une table à partir de données venant d'autres tables (mais pas exclusivement) ;
- la modification : jointures et sous-requêtes vont permettre non seulement d'utiliser des critères de sélection complexes mais également d'aller chercher les nouvelles valeurs dans d'autres tables ;
- la suppression de données : comme pour la modification, les

critères de sélection pourront être plus complexes grâce aux jointures et sous-requêtes.

Insertion

Pour l'insertion nous n'allons nous servir que de sous-requêtes, pas de jointures. Quoique… La sous-requête pourrait très bien contenir une jointure !

Sous-requête pour l'insertion

Vous venez d'acquérir un magnifique Maine Coon chez un éleveur voisin. Vous vous apprêtez à l'insérer dans votre base de données, mais vous ne vous souvenez absolument pas de l'id de la race Maine Coon, ni de celui de l'espèce Chat. Du coup, deux possibilités s'offrent à vous.

- Vous pouvez faire une requête pour sélectionner l'id de la race et de l'espèce, puis faire ensuite une requête d'insertion avec les données que vous venez d'afficher.
- Vous pouvez utiliser une sous-requête pour insérer directement l'id de la race et de l'espèce à partir du nom de la race.

Je ne sais pas ce que vous en pensez, mais moi je trouve la seconde option bien plus sexy !
Donc, allons-y. Qu'avons-nous comme information ?

- **Nom** : Yoda
- **Date de naissance** : 2010-11-09
- **Sexe** : mâle
- **Espèce** : chat
- **Race** : Maine coon

De quoi avons-nous besoin en plus pour l'insérer dans notre table ? L'*id* de l'espèce et de la race.
Comment récupérer ces deux *id* ? Ça, vous savez faire : une simple requête suffit.

```
SELECT id AS race_id, espece_id FROM Race WHERE nom = 'Maine coon';
```

race_id	espece_id
5	2

Bien, mais le but était de tout faire en une seule requête, pas d'insérer nous-mêmes 5 et 2 après les avoir récupérés.
C'est ici que les sous-requêtes interviennent. Nous allons utiliser une nouvelle syntaxe d'insertion.

INSERT INTO... SELECT

Cette syntaxe permet de sélectionner des éléments dans des tables, afin de les insérer directement dans une autre.

```
INSERT INTO nom_table
   [(colonne1, colonne2, ...)]
SELECT [colonne1, colonne2, ...]
FROM nom_table2
[WHERE ...]
```

Vous n'êtes bien sûr pas obligés de préciser dans quelles colonnes se fait l'insertion, si vous sélectionnez une valeur pour toutes les colonnes de la table. Ce sera cependant rarement le cas puisque nous avons des clés primaires auto-incrémentées.
Avec cette requête, il est absolument indispensable (sinon l'insertion ne se fera pas), d'**avoir le même nombre de colonnes dans l'insertion et dans la sélection**, et qu'elles soient **dans le même ordre**.
Si vous n'avez pas le même nombre de colonnes, cela déclenchera une erreur. De plus, si l'ordre n'est pas bon, vous aurez probablement une insertion erronée.
Nous allons donc insérer le résultat de notre requête qui sélectionne les *id* de l'espèce et la race directement dans notre table *Animal*.
Pas de souci, mais il faut également insérer le nom, le sexe, etc.
En effet ! Mais c'est très facile. Souvenez-vous, vous pouvez très bien faire des requêtes de ce type :

```
SELECT 'Yoda' AS nom;
```

Et donc, en combinant avec notre requête précédente :

```
SELECT id AS race_id, espece_id FROM Race WHERE nom = 'Maine coon';
```

Vous pouvez obtenir très facilement, et en une seule requête, tous les renseignements indispensables à l'insertion de notre petit Yoda !

```
SELECT 'Yoda', 'M', '2010-11-09', id AS race_id, espece_id
FROM Race WHERE nom = 'Maine coon';
```

Attention à ne pas oublier les guillemets autour des chaînes de caractères, sinon MySQL va essayer de trouver la colonne Yoda de la table Race, et forcément ça générera une erreur.

Si tout se passe bien, cette requête devrait vous donner ceci :

Yoda	M	2010-11-09	5	2

Les noms qui sont donnés aux colonnes n'ont pas d'importance, mais vous pouvez les changer avec des alias si cela vous perturbe. Venons-en maintenant à notre super insertion !

```
INSERT INTO Animal
    (nom, sexe, date_naissance, race_id, espece_id)              -- Je précise
les colonnes puisque je ne donne pas une valeur pour toutes.
SELECT  'Yoda', 'M', '2010-11-09', id AS race_id, espece_id     -- Attention à
l'ordre !
FROM Race WHERE nom = 'Maine coon';
```

Sélectionnons maintenant les Maine coon de notre base, pour vérifier que l'insertion s'est faite correctement.

```
SELECT Animal.id, Animal.sexe, Animal.nom, Race.nom AS race, Espece.nom_courant
as espece
FROM Animal
INNER JOIN Race ON Animal.race_id = Race.id
INNER JOIN Espece ON Race.espece_id = Espece.id
```

```
WHERE Race.nom = 'Maine coon';
```

Et qui voyons-nous apparaître dans les résultats ? Notre petit Yoda !

8	M	Bagherra	Maine coon	Chat
30	M	Zonko	Maine coon	Chat
32	M	Farceur	Maine coon	Chat
34	M	Capou	Maine coon	Chat
39	F	Zara	Maine coon	Chat
40	F	Milla	Maine coon	Chat
42	F	Bilba	Maine coon	Chat
43	F	Cracotte	Maine coon	Chat
61	F	Yoda	Maine coon	Chat

Modification

Utilisation des sous-requêtes

Pour la sélection

Imaginez que pour une raison bizarre, vous vouliez que tous les perroquets aient en commentaire "Coco veut un gâteau !".
Si vous saviez que l'*id* de l'espèce est 4, ce serait facile :

```
UPDATE Animal SET commentaires = 'Coco veut un gâteau' WHERE espece_id = 4;
```

Seulement voilà, vous ne savez évidemment pas que l'*id* de cette espèce est 4. Sinon, ce n'est pas drôle ! Vous allez donc utiliser une magnifique sous-requête pour modifier ces bruyants volatiles !

```
UPDATE Animal SET commentaires = 'Coco veut un gâteau !' WHERE espece_id =
    (SELECT id FROM Espece WHERE nom_courant LIKE 'Perroquet%');
```

Bien sûr, toutes les possibilités de conditions que l'on a vues pour la sélection sont encore valables pour les modifications. Après tout, une clause `WHERE` est une clause `WHERE` !

Pour l'élément à modifier

Ce matin, un client demande à voir vos chats Bleu Russe, car il compte en offrir un à sa fille. Ni une ni deux, vous vérifiez dans la base de données, puis allez chercher Schtroumpfette, Filou, Caribou, Raccou, Callune, Feta et Cawette.
Et là, horreur et damnation ! À l'instant où ses yeux se posent sur Cawette, le client devient vert de rage. Il prend à peine le temps de vous expliquer, outré, que Cawette n'est pas un Bleu Russe mais bien un Nebelung, à cause de ses poils longs, puis s'en va chercher un éleveur plus compétent.
Bon… L'erreur est humaine, mais autant la réparer rapidement. Vous insérez donc une nouvelle race dans la table ad hoc.

```
INSERT INTO Race (nom, espece_id, description)
VALUES ('Nebelung', 2, 'Chat bleu russe, mais avec des poils longs...');
```

Une fois cela fait, il vous reste encore à modifier la race de Cawette. Pour cela, vous avez besoin de l'*id* de la race Nebelung que vous venez d'ajouter.
Vous vous en doutez, il est tout à fait possible de le faire grâce à une sous-requête :

```
UPDATE Animal SET race_id =
    (SELECT id FROM Race WHERE nom = 'Nebelung' AND espece_id = 2)
WHERE nom = 'Cawette';
```

Il est bien entendu indispensable que le résultat de la sous-requête soit une **valeur** !

Limitation des sous-requêtes dans un UPDATE

Une limitation importante des sous-requêtes est qu'**on ne peut pas modifier un élément d'une table que l'on utilise dans une sous-requête**.
Exemple : vous trouvez que Callune ressemble quand même fichtrement à Cawette, et ses poils sont aussi longs. Du coup, vous vous dites que vous auriez dû également modifier la race de Callune. Vous essayez donc la requête suivante :

```
UPDATE Animal SET race_id =
```

```
    (SELECT race_id FROM Animal WHERE nom = 'Cawette' AND espece_id = 2)
WHERE nom = 'Callune';
```

Malheureusement :

```
ERROR 1093 (HY000): You can't specify target table 'Animal' for update in FROM
clause
```

La sous-requête utilise la table *Animal*, or vous cherchez à modifier le contenu de celle-ci. C'est impossible !
Il vous faudra donc utiliser la même requête que pour Cawette, en changeant simplement le nom (je ne vous fais pas l'affront de vous l'écrire).

Modification avec jointure

Imaginons que vous vouliez que, pour les tortues et les perroquets, si un animal n'a pas de commentaire, on lui ajoute comme commentaire la description de l'espèce. Vous pourriez sélectionner les descriptions, les copier, retenir l'*id* de l'espèce, et ensuite faire un `UPDATE` pour les tortues et un autre pour les perroquets.
Ou alors, vous pourriez simplement faire un `UPDATE` avec jointure !
Voici la syntaxe que vous devriez utiliser pour le faire avec une jointure :

```
UPDATE Animal
-- Classique !
INNER JOIN Especе
-- Jointure.
    ON Animal.espece_id = Espece.id
-- Condition de la jointure.
SET Animal.commentaires = Espece.description
-- Ensuite, la modification voulue.
WHERE Animal.commentaires IS NULL
-- Seulement s'il n'y a pas encore de commentaire.
AND Espece.nom_courant IN ('Perroquet amazone', 'Tortue d''Hermann');
-- Et seulement pour les perroquets et les tortues.
```

- Vous pouvez bien sûr mettre ce que vous voulez comme modifications. Ici, j'ai utilisé la valeur de la colonne dans l'autre table, mais vous auriez pu mettre `Animal.commentaires = 'Tralala'`, et la jointure n'aurait alors servi qu'à

sélectionner les tortues et les perroquets grâce au nom courant de l'espèce.
- Toutes les jointures sont possibles. Vous n'êtes pas limités aux jointures internes, ni à deux tables jointes.

Suppression

Cette partie sera relativement courte, puisque l'utilisation des sous-requêtes et des jointures est assez ressemblante entre la suppression et la modification.
Simplement, pour la suppression, les sous-requêtes et jointures ne peuvent servir qu'à sélectionner les lignes à supprimer.

Utilisation des sous-requêtes

On peut, tout simplement, utiliser une sous-requête dans la clause `WHERE`. Par exemple, imaginez que nous ayons deux animaux dont le nom est "Carabistouille", un chat et un perroquet. Vous désirez supprimer Carabistouille-le-chat, mais garder Carabistouille-le-perroquet. Vous ne pouvez donc pas utiliser la requête suivante, qui supprimera les deux :

```
DELETE FROM Animal WHERE nom = 'Carabistouille';
```

Mais il suffit d'une sous-requête dans la clause `WHERE` pour sélectionner l'espèce, et le tour est joué !

```
DELETE FROM Animal
WHERE nom = 'Carabistouille' AND espece_id =
    (SELECT id FROM Espece WHERE nom_courant = 'Chat');
```

Limitations

Les limitations sur `DELETE` sont les mêmes que pour `UPDATE` : on ne

peut pas supprimer des lignes d'une table qui est utilisée dans une sous-requête.

Suppression avec jointure

Pour les jointures, c'est le même principe. Si je reprends le même problème que ci-dessus, voici comment supprimer la ligne voulue avec une jointure :

```
DELETE Animal
-- Je précise de quelles tables les données doivent être supprimées
FROM Animal
-- Table principale
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
-- Jointure
WHERE Animal.nom = 'Carabistouille' AND Espece.nom_courant = 'Chat';
```

Vous remarquez une petite différence avec la syntaxe "classique" de `DELETE` (sans jointure) : je précise le nom de la table dans laquelle les lignes doivent être supprimées juste après le `DELETE`. En effet, comme on utilise plusieurs tables, cette précision est obligatoire. Ici, on ne supprimera que les lignes d'*Animal* correspondantes.

En résumé

- **`INSERT INTO ... SELECT ...`** permet d'insérer dans une table des données provenant directement d'une autre (ou un mélange de données provenant d'une table, et de constantes définies par l'utilisateur).
- On peut utiliser des jointures et des sous-requêtes pour créer des critères de sélection complexes pour une modification ou une suppression de données.
- Dans le cas d'une suppression avec jointure, il est indispensable de préciser de quelle(s) table(s) les données doivent être supprimées
- On peut utiliser une sous-requête dans la clause `SET` d'une modification de données, pour définir la nouvelle valeur d'un champ à partir d'une autre table.

Chapitre 16

Union de plusieurs requêtes

Toujours dans l'optique de rassembler plusieurs requêtes en une seule, voici l'`UNION`.
Faire l'union de deux requêtes, cela veut simplement dire réunir les résultats de la première requête **et** les résultats de la seconde requête.
Voyons comment ça fonctionne !

Syntaxe

La syntaxe d'`UNION` est simplissime : vous avez deux requêtes `SELECT` dont vous voulez additionner les résultats ; il vous suffit d'ajouter `UNION` entre ces deux requêtes.

```
SELECT ...
UNION
SELECT ...
```

Le nombre de requêtes qu'il est possible d'unir est illimité. Si vous avez cinquante requêtes de sélection, placez un `UNION` entre les cinquante requêtes.

```
SELECT ...
UNION
SELECT ...
UNION
SELECT ...
....
UNION
SELECT ...
```

Par exemple, vous pouvez obtenir les chiens et les tortues de la manière suivante :

```
SELECT Animal.* FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
WHERE Espece.nom_courant = 'Chat'
UNION
SELECT Animal.* FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
WHERE Espece.nom_courant = 'Tortue d''Hermann';
```

Cette requête peut bien sûr être écrite sans UNION, en faisant tout simplement un seul SELECT avec WHERE Espece.nom_courant = 'Chat' OR Espece.nom_courant = 'Tortue d''Hermann'. Il ne s'agit ici que d'un exemple destiné à illustrer la syntaxe. Nous verrons plus loin des exemples de cas où UNION est indispensable.

Les règles

Bien sûr, ce n'est pas si simple que ça, il faut respecter certaines contraintes.

Nombre de colonnes

Il est absolument indispensable que toutes les requêtes unies renvoient le même nombre de colonnes.
Dans la requête que l'on a écrite ci-dessus, aucun problème puisque l'on sélectionne *Animal.** dans les deux requêtes. Mais il ne serait donc pas possible de sélectionner un nombre de colonnes différent dans chaque requête intermédiaire.
Par exemple, la requête ci-dessous renverra une erreur :

```
-- Pas le même nombre de colonnes --
-------------------------------------

SELECT Animal.id, Animal.nom, Espece.nom_courant
-- 3 colonnes sélectionnées
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
WHERE Espece.nom_courant = 'Chat'
UNION
SELECT Animal.id, Animal.nom, Espece.nom_courant, Animal.espece_id
-- 4 colonnes sélectionnées
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
WHERE Espece.nom_courant = 'Tortue d''Hermann';



ERROR 1222 (21000): The used SELECT statements have a different number of
columns
```

Type et ordre des colonnes

En ce qui concerne le type des colonnes, je pense vous avoir déjà signalé que MySQL est très (vraiment très) permissif. Par conséquent, si vous sélectionnez des colonnes de différents types, vous n'aurez pas d'erreurs, mais vous aurez des résultats un peu… spéciaux.
Prenons la requête suivante :

```
SELECT Animal.id, Animal.nom, Especе.nom_courant
-- 3e colonne : nom_courant VARCHAR
FROM Animal
INNER JOIN Especе ON Animal.especе_id = Especе.id
WHERE Especе.nom_courant = 'Chat' AND Animal.nom LIKE 'C%'
UNION
SELECT Animal.id, Animal.nom, Especе.id
-- 3e colonne : id SMALLINT
FROM Animal
INNER JOIN Especе ON Animal.especе_id = Especе.id
WHERE Especе.nom_courant = 'Tortue d''Hermann' AND Animal.nom LIKE 'C%';
```

Vous aurez bien un résultat :

id	nom	nom_courant
5	Choupi	Chat
33	Caribou	Chat
34	Capou	Chat
37	Callune	Chat
43	Cracotte	Chat
44	Cawette	Chat
50	Cheli	3
51	Chicaca	3

Mais avouez que ce n'est pas un résultat très cohérent. MySQL va simplement convertir tout en chaînes de caractères pour ne pas avoir de problème. Soyez donc très prudents !

Vous pouvez constater en passant que les noms de colonnes utilisés dans les résultats sont ceux de la première requête effectuée. Vous pouvez bien sûr les renommer avec des alias.

Et enfin, pour l'ordre des colonnes, à nouveau vous n'aurez pas d'erreur tant que vous avez le même nombre de colonnes dans chaque requête, mais vous pouvez avoir des résultats bizarres. En effet, MySQL n'analyse pas les noms des colonnes pour trouver une quelconque correspondance d'une requête à l'autre ; tout se fait sur la base de la position de la colonne dans la requête.

```
SELECT Animal.id, Animal.nom, Especе.nom_courant FROM Animal
INNER JOIN Especе ON Animal.especе_id = Especе.id
WHERE Especе.nom_courant = 'Chat' AND Animal.nom LIKE 'C%'
```

```
UNION
SELECT Animal.nom, Animal.id, Espece.nom_courant FROM Animal
-- 1e et 2e colonnes inversées par rapport à la première requête
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
WHERE Espece.nom_courant = 'Tortue d''Hermann' AND Animal.nom LIKE 'C%';
```

5	Chouni	Chat
33	Caribou	Chat
34	Capou	Chat
37	Callune	Chat
43	Cracotte	Chat
44	Cawette	Chat
Cheli	50	Tortue d'Hermann
Chicaca	51	Tortue d'Hermann

UNION ALL

Exécutez la requête suivante :

```
SELECT * FROM Espece
UNION
SELECT * FROM Espece;
```

Non, non, je ne me suis pas trompée, je vous demande bien d'unir deux requêtes qui sont exactement les mêmes.
Résultat :

1	Chien	Canis canis	Bestiole à quatre pattes qui aime les caresses et tire souvent la langue
2	Chat	Felis silvestris	Bestiole à quatre pattes qui saute très haut et grimpe aux arbres
3	Tortue d'Hermann	Testudo hermanni	Bestiole avec une carapace très dure
4	Perroquet amazone	Alipiopsitta xanthops	Joli oiseau parleur vert et jaune

Chaque résultat n’apparaît qu'une seule fois. Pour la simple et bonne raison que lorsque vous faites `UNION`, les doublons sont

effacés. En fait, `UNION` est équivalent à **`UNION DISTINCT`**. Si vous voulez conserver les doublons, vous devez utiliser **`UNION ALL`**.

```
SELECT * FROM Espece
UNION ALL
SELECT * FROM Espece;
```

id	nom courant	nom latin	description
1	Chien	Canis canis	Bestiole à quatre pattes qui aime les caresses et tire souvent la langue
2	Chat	Felis silvestris	Bestiole à quatre pattes qui saute très haut et grimpe aux arbres
3	Tortue d'Hermann	Testudo hermanni	Bestiole avec une carapace très dure
4	Perroquet amazone	Alipiopsitta xanthops	Joli oiseau parleur vert et jaune
1	Chien	Canis canis	Bestiole à quatre pattes qui aime les caresses et tire souvent la langue
2	Chat	Felis silvestris	Bestiole à quatre pattes qui saute très haut et grimpe aux arbres
3	Tortue d'Hermann	Testudo hermanni	Bestiole avec une carapace très dure
4	Perroquet amazone	Alipiopsitta xanthops	Joli oiseau parleur vert et jaune

Il n'est pas possible de mélanger UNION DISTINCT et UNION ALL dans une même requête. Si vous utilisez les deux, les UNION ALL seront considérés comme des UNION DISTINCT.

LIMIT et ORDER BY

LIMIT

Il est possible de restreindre les résultats avec `LIMIT` au niveau de la requête entière, ou au niveau des différentes requêtes unies. L'important est que ce soit clair. Par exemple, vous unissez deux requêtes et vous voulez limiter les résultats de la première. La requête suivante est parfaite pour ça :

```
SELECT id, nom, 'Race' AS table_origine FROM Race LIMIT 3
UNION
SELECT id, nom_latin, 'Espèce' AS table_origine FROM Especе;
```

Vous avez bien trois noms de races, suivis de toutes les espèces.

id	nom	table_origine
1	Berger allemand	Race
2	Berger blanc suisse	Race
3	Boxer	Race
4	Alipiopsitta xanthops	Espèce
1	Canis canis	Espèce
2	Felis silvestris	Espèce
3	Testudo hermanni	Espèce

En passant, voici un résultat qu'il n'est pas possible d'obtenir sans utiliser UNION !

Par contre, si vous voulez limiter les résultats de la seconde requête, comment faire ? Essayons la requête suivante.

```
SELECT id, nom, 'Race' AS table_origine FROM Race
UNION
SELECT id, nom_latin, 'Espèce' AS table_origine FROM Especе LIMIT 2;
```

id	nom	table_origine
1	Berger allemand	Race
2	Berger blanc suisse	Race

Visiblement, ce n'est pas ce que nous voulions… En fait, `LIMIT` a été appliqué à l'ensemble des résultats, après `UNION`. Par conséquent, si l'on veut que `LIMIT` ne porte que sur la dernière requête, il faut le préciser. Pour ça, il suffit d'utiliser des parenthèses.

```
SELECT id, nom, 'Race' AS table_origine FROM Race
UNION
(SELECT id, nom_latin, 'Espèce' AS table_origine FROM Especе LIMIT 2);
```

id	nom	table_origine
1	Berger allemand	Race
2	Berger blanc suisse	Race
3	Boxer	Race
4	Bleu russe	Race
5	Maine coon	Race
6	Singapura	Race
7	Sphynx	Race
8	Nebelung	Race
1	Alipiopsitta xanthops	Espèce
1	Canis canis	Espèce

Et voilà le travail !

ORDER BY

Par contre, s'il est possible de trier le résultat final d'une requête avec `UNION`, on ne peut pas trier les résultats des requêtes intermédiaires. Par exemple, cette requête trie bien les résultats par ordre anti-alphabétique du nom :

```
SELECT id, nom, 'Race' AS table_origine FROM Race
UNION
SELECT id, nom_latin, 'Espèce' AS table_origine FROM Especе
ORDER BY nom DESC;
```

Il faut bien mettre ici ORDER BY nom, et surtout pas ORDER BY Race.nom ou ORDER BY Especе.nom_latin. En effet, l'ORDER BY agit sur l'ensemble de la requête, donc en quelque sorte, sur une table intermédiaire composée des résultats des deux requêtes unies. Cette table n'est pas nommée, et ne possède que

trois colonnes : id, nom et table_origine (définies par la première clause SELECT rencontrée).

id	nom	table_origine
3	Testudo hermanni	Espèce
7	Sphynx	Race
6	Singapura	Race
8	Nebelung	Race
5	Maine coon	Race
2	Felis silvestris	Espèce
1	Canis canis	Espèce
3	Boxer	Race
4	Bleu russe	Race
2	Berger blanc suisse	Race
1	Berger allemand	Race
4	Alipiopsitta xanthops	Espèce

Vous pouvez bien sûr combiner `LIMIT` et **`ORDER BY`**.

```
(SELECT id, nom, 'Race' AS table_origine FROM Race LIMIT 6)
UNION
(SELECT id, nom_latin, 'Espèce' AS table_origine FROM Especе LIMIT 3)
ORDER BY nom LIMIT 5;
```

id	nom	table_origine
4	Alipiopsitta xanthops	Espèce
1	Berger allemand	Race
2	Berger blanc suisse	Race
4	Bleu russe	Race
3	Boxer	Race

Exception pour les tris sur les requêtes intermédiaires

Je vous ai dit qu'il n'était pas possible de trier les résultats d'une requête intermédiaire. En réalité, c'est plus subtil que ça.
Dans une requête intermédiaire, il est possible d'utiliser un **`ORDER BY`** mais uniquement combiné à un `LIMIT`. Cela permettra de restreindre les résultats voulus (les *X* premiers dans l'ordre défini par l'**`ORDER BY`** par exemple).
Prenons la requête suivante :

```
(SELECT id, nom, 'Race' AS table_origine FROM Race LIMIT 6)
UNION
```

```
(SELECT id, nom_latin, 'Espèce' AS table_origine FROM Especе LIMIT 3);
```

Cela vous renvoie bien 6 races et 3 espèces, mais imaginons que vous ne vouliez pas n'importe quelles races, mais les 6 dernières par ordre alphabétique du nom. Dans ce cas-là, vous pouvez utiliser `ORDER BY` en combinaison avec `LIMIT` dans la requête intermédiaire :

```
(SELECT id, nom, 'Race' AS table_origine FROM Race ORDER BY nom DESC LIMIT 6)
UNION
(SELECT id, nom_latin, 'Espèce' AS table_origine FROM Especе LIMIT 3);
```

id	nom	table_origine
7	Sphynx	Race
6	Singapura	Race
8	Nebelung	Race
5	Maine coon	Race
3	Boxer	Race
4	Bleu russe	Race
1	Alipiopsitta xanthops	Espèce
1	Canis canis	Espèce
2	Felis silvestris	Espèce

En résumé

- Pour grouper les résultats de deux requêtes `SELECT`, il suffit de placer `UNION` entre les deux requêtes.
- `UNION` est équivalent à `UNION DISTINCT`. Si l'on ne veut pas éliminer les doublons, il faut utiliser `UNION ALL`.
- Il est possible de limiter les résultats d'un `UNION` (avec `LIMIT`), mais également de limiter les résultats de chaque requête composant l'`UNION`.
- Par contre, `ORDER BY` n'aura d'influence que s'il est utilisé sur le résultat final d'un `UNION`.

Chapitre 17

Options des clés étrangères

Lorsque je vous ai parlé des clés étrangères, et que je vous ai donné la syntaxe pour les créer, j'ai omis de vous parler des deux options fort utiles :

- `ON DELETE`, qui permet de déterminer le comportement de MySQL en cas de suppression d'une référence ;
- `ON UPDATE`, qui permet de déterminer le comportement de MySQL en cas de modification d'une référence.

Nous allons maintenant examiner ces options.

Option sur suppression des clés étrangères

Petits rappels

La syntaxe

Voici comment on ajoute une clé étrangère à une table déjà existante :

```
ALTER TABLE nom_table
ADD [CONSTRAINT fk_col_ref]
-- On donne un nom à la clé (facultatif)
    FOREIGN KEY colonne
  -- La colonne sur laquelle on ajoute la clé
    REFERENCES table_ref(col_ref);
  -- La table et la colonne de référence
```

Le principe expliqué ici est exactement le même si l'on crée la clé en même temps que la table. La commande ALTER TABLE est simplement plus courte, c'est la raison pour laquelle je l'utilise dans mes exemples plutôt que CREATE TABLE.

Le principe

Dans notre table *Animal*, nous avons par exemple mis une clé étrangère sur la colonne *race_id*, référençant la colonne *id* de la table *Race*. Cela implique que chaque fois qu'une valeur est insérée dans cette colonne (soit en ajoutant une ligne, soit en modifiant une ligne existante), MySQL va vérifier que cette valeur existe bien dans la colonne *id* de la table *Race*.

Aucun animal ne pourra donc avoir un *race_id* qui ne correspond à rien dans notre base.

Suppression d'une référence

Que se passe-t-il si l'on supprime la race des Boxers ? Certains animaux référencent cette espèce dans leur colonne *race_id*. On risque donc d'avoir des données incohérentes. Or, éviter cela est précisément la raison d'être de notre clé étrangère.
Essayons :

```
DELETE FROM Race WHERE nom = 'Boxer';
```

```
ERROR 1451 (23000): Cannot delete or update a parent row: a foreign key
constraint fails (`elevage`.`animal`, CONSTRAINT `fk_race_id` FOREIGN KEY
(`race_id`) REFERENCES `race` (`id`))
```

Ouf ! Visiblement, MySQL vérifie la contrainte de clé étrangère lors d'une suppression aussi, et empêche de supprimer une ligne si elle contient une référence utilisée ailleurs dans la base (ici, l'*id* de la ligne est donc utilisé par certaines lignes de la table *Animal*).
Mais ça veut donc dire que chaque fois qu'on veut supprimer des lignes de la table *Race*, il faut d'abord supprimer toutes les références à ces races. Dans notre base, ça va encore, il n'y a pas énormément de clés étrangères, mais imaginez si l'*id* de *Race* servait de référence à des clés étrangères dans ne serait-ce que cinq ou six tables. Pour supprimer une seule race, il faudrait faire jusqu'à six ou sept requêtes.
C'est donc ici qu'intervient notre option `ON DELETE`, qui permet de changer la manière dont la clé étrangère gère la suppression d'une référence.

Syntaxe

Voici comment on ajoute cette option à la clé étrangère :

```
ALTER TABLE nom_table
```

```
ADD [CONSTRAINT fk_col_ref]
    FOREIGN KEY (colonne)
    REFERENCES table_ref(col_ref)
    ON DELETE {RESTRICT | NO ACTION | SET NULL | CASCADE};  -- <-- Nouvelle
option !
```

Il y a donc quatre comportements possibles, que je vais vous détailler tout de suite (bien que leurs noms soient plutôt clairs) : `RESTRICT`, `NO ACTION`, `SET NULL` et `CASCADE`.

RESTRICT ou NO ACTION

`RESTRICT` est le comportement par défaut. Si l'on essaye de supprimer une valeur référencée par une clé étrangère, l'action est avortée et on obtient une erreur. `NO ACTION` a exactement le même effet.

Cette équivalence de RESTRICT et NO ACTION est propre à MySQL. Dans d'autres SGBD, ces deux options n'auront pas le même effet (RESTRICT étant généralement plus strict que NO ACTION).

SET NULL

Si on choisit `SET NULL`, alors tout simplement, `NULL` est substitué aux valeurs dont la référence est supprimée.
Pour reprendre notre exemple, en supprimant la race des Boxers, tous les animaux auxquels on a attribué cette race verront la valeur de leur *race_id* passer à `NULL`.
D'ailleurs, ça me semble plutôt intéressant comme comportement dans cette situation ! Nous allons donc modifier notre clé étrangère *fk_race_id*. C'est-à-dire que nous allons supprimer la clé, puis la recréer avec le bon comportement :

```
ALTER TABLE Animal DROP FOREIGN KEY fk_race_id;

ALTER TABLE Animal
ADD CONSTRAINT fk_race_id FOREIGN KEY (race_id) REFERENCES Race(id) ON DELETE
SET NULL;
```

Dorénavant, si vous supprimez une race, tous les animaux auxquels vous avez attribué cette race auparavant auront `NULL` comme *race_id*.
Vérifions en supprimant les Boxers, depuis le temps qu'on essaye !

```
-- Affichons d'abord tous les animaux, avec leur race --
-- ------------------------------------------------------
SELECT Animal.nom, Animal.race_id, Race.nom as race FROM Animal
LEFT JOIN Race ON Animal.race_id = Race.id
ORDER BY race;

-- Supprimons ensuite la race 'Boxer' --
-- ----------------------------------------
DELETE FROM Race WHERE nom = 'Boxer';

-- Réaffichons les animaux --
-- ---------------------------
SELECT Animal.nom, Animal.race_id, Race.nom as race FROM Animal
LEFT JOIN Race ON Animal.race_id = Race.id
ORDER BY race;
```

Les ex-boxers existent toujours dans la table *Animal*, mais ils n'appartiennent plus à aucune race.

CASCADE

Ce dernier comportement est le plus risqué (et le plus violent !). En effet, cela supprime purement et simplement toutes les lignes qui référençaient la valeur supprimée !
Donc, si on choisit ce comportement pour la clé étrangère sur la colonne *espece_id* de la table *Animal*, vous supprimez l'espèce "Perroquet amazone" et POUF !, quatre lignes de votre table *Animal* (les quatre perroquets) sont supprimées en même temps.
Il faut donc être bien sûr de ce que l'on fait si l'on choisit `ON DELETE CASCADE`. Il y a cependant de nombreuses situations dans lesquelles c'est utile. Prenez par exemple un forum sur un site internet. Vous avez une table *Sujet*, et une table *Message*, avec une colonne *sujet_id*. Avec `ON DELETE CASCADE`, il vous suffit de supprimer un sujet pour que tous les messages de ce sujet soient également supprimés. Plutôt pratique non ?

Je le répète : soyez bien sûrs de ce que vous faites ! Je décline toute responsabilité en cas de perte de données causée

par un ON DELETE CASCADE
inconsidérément utilisé !

Option sur modification des clés étrangères

On peut également rencontrer des problèmes de cohérence des données en cas de modification. En effet, si l'on change par exemple l'*id* de la race "Singapura", tous les animaux qui ont l'ancien *id* dans leur colonne *race_id* référenceront une ligne qui n'existe plus. Les modifications de références de clés étrangères sont donc soumises aux mêmes restrictions que la suppression.
Exemple : essayons de modifier l'*id* de la race "Singapura".

```
UPDATE Race SET id = 3 WHERE nom = 'Singapura';
```

```
ERROR 1451 (23000): Cannot delete or update a parent row: a foreign key
constraint fails (`elevage`.`animal`, CONSTRAINT `fk_race_id` FOREIGN KEY
(`race_id`) REFERENCES `race` (`id`) ON DELETE SET NULL)
```

L'option permettant de définir le comportement en cas de modification est donc `ON UPDATE {RESTRICT | NO ACTION | SET NULL | CASCADE}`. Les quatre comportements possibles sont exactement les mêmes que pour la suppression.

- `RESTRICT` et `NO ACTION` : empêche la modification si elle casse la contrainte (comportement par défaut).
- `SET NULL` : met `NULL` partout où la valeur modifiée était référencée.
- `CASCADE` : modifie également la valeur là où elle est référencée.

Petite explication à propos de CASCADE

`CASCADE` signifie que l'événement est répété sur les tables qui référencent la valeur. Pensez à des "réactions en cascade". Ainsi, une

suppression provoquera d'autres suppressions, tandis qu'une modification provoquera d'autres… modifications !
Modifions par exemple la clé étrangère sur *Animal.race_id*, avant de modifier l'*id* de la race "Singapura" (jetez d'abord un œil aux données des tables *Race* et *Animal*, afin de voir les différences).

```
-- Suppression de la clé --
-- ------------------------
ALTER TABLE Animal DROP FOREIGN KEY fk_race_id;

-- Recréation de la clé avec les bonnes options --
-- ------------------------------------------------
ALTER TABLE Animal
ADD CONSTRAINT fk_race_id FOREIGN KEY (race_id) REFERENCES Race(id)
    ON DELETE SET NULL
  -- N'oublions pas de remettre le ON DELETE !
    ON UPDATE CASCADE;

-- Modification de l'id des Singapura --
-- ---------------------------------------
UPDATE Race SET id = 3 WHERE nom = 'Singapura';
```

Les animaux notés comme étant des "Singapura" ont désormais leur *race_id* à 3. Parfait !

En règle générale (dans 99,99 % des cas), c'est une très très mauvaise idée de changer la valeur d'un id (ou de votre clé primaire auto-incrémentée, quel que soit le nom que vous lui donnez). En effet, vous risquez des problèmes avec l'auto-incrément, si vous donnez une valeur non encore atteinte par auto-incrémentation par exemple. Soyez bien conscients de ce que vous faites. Je ne l'ai montré ici que pour illustrer le ON UPDATE, parce que toutes nos clés étrangères référencent des clés primaires. Mais ce n'est pas le cas partout. Une clé étrangère pourrait

parfaitement référencer un simple index, dépourvu de toute auto-incrémentation, auquel cas vous pouvez vous amuser à en changer la valeur autant de fois que vous le voudrez.

Modifions une dernière fois cette clé étrangère pour remettre l'option `ON UPDATE` par défaut.

```
ALTER TABLE Animal DROP FOREIGN KEY fk_race_id;

ALTER TABLE Animal
ADD CONSTRAINT fk_race_id FOREIGN KEY (race_id) REFERENCES Race(id) ON DELETE
SET NULL;
```

Utilisation de ces options dans notre base

Appliquons maintenant ce que nous avons appris à notre base de données *elevage*. Celle-ci comporte 5 clés étrangères :

Sur la table Animal

- *race_id* référence *Race.id*
- *espece_id* référence *Espece.id*
- *mere_id* référence *Animal.id*
- *pere_id* référence *Animal.id*

Sur la table Race

- *espece_id* référence *Espece.id*

Modifications

Pour les modifications, le mieux ici est de laisser le comportement par défaut (RESTRICT) pour toutes nos clés étrangères. Les colonnes référencées sont chaque fois des colonnes auto-incrémentées, on ne devrait donc pas modifier leurs valeurs.

Suppressions

Le problème est plus délicat pour les suppressions. On a déjà défini `ON DELETE SET NULL` pour la clé sur *Animal.race_id*. Prenons les autres clés une à une.

Clé sur *Animal.espece_id*

Si l'on supprime une espèce de la base de données, c'est qu'on ne l'utilise plus dans notre élevage, donc a priori, on n'a plus besoin non plus des animaux de cette espèce. Sachant cela, on serait sans doute tentés de mettre `ON DELETE CASCADE`. Ainsi, en une seule requête, tout est fait.
Cependant, les animaux sont quand même le point central de notre base de données. Cela me paraît donc un peu violent de les supprimer automatiquement de cette manière, en cas de suppression d'espèce. Par conséquent, je vous propose plutôt de laisser le `ON DELETE RESTRICT`. Supprimer une espèce n'est pas anodin, et supprimer de nombreux animaux d'un coup non plus. En empêchant la suppression des espèces tant qu'il existe des animaux de celle-ci, on oblige l'utilisateur à supprimer d'abord tous ces animaux. Pas de risque de fausse manœuvre donc.
Attention au fait que le `ON DELETE SET NULL` n'est bien sûr pas envisageable, puisque la colonne *espece_id* de la table *Animal* ne **peut pas** être `NULL`.
Pas de changement pour cette clé étrangère !

Il s'agit de mon point de vue personnel bien sûr. Si vous pensez que c'est mieux de mettre ON DELETE CASCADE,

faites-le. On peut certainement trouver des arguments en faveur des deux possibilités.

Clés sur *Animal.mere_id* et *Animal.pere_id*

Ce n'est pas parce qu'on supprime un animal que tous ses enfants doivent être supprimés également. Par contre, mettre à `NULL` semble une bonne idée. `ON DELETE SET NULL` donc !

Clé sur *Race.espece_id*

Si une espèce est finalement supprimée, et donc que tous les animaux de cette espèce ont également été supprimés auparavant (puisqu'on a laissé `ON DELETE RESTRICT` pour la clé sur *Animal.espece_id*), alors les races de cette espèce deviennent caduques. On peut donc utiliser un `ON DELETE CASCADE` ici.

Les requêtes

Vous avez toutes les informations nécessaires pour écrire ces requêtes, je vous encourage donc à les écrire vous-mêmes avant de regarder mon code.

```
-- Animal.mere_id --
-- ----------------
ALTER TABLE Animal DROP FOREIGN KEY fk_mere_id;

ALTER TABLE Animal
ADD CONSTRAINT fk_mere_id FOREIGN KEY (mere_id) REFERENCES Animal(id) ON DELETE
SET NULL;

-- Animal.pere_id --
-- ----------------
ALTER TABLE Animal DROP FOREIGN KEY fk_pere_id;

ALTER TABLE Animal
ADD CONSTRAINT fk_pere_id FOREIGN KEY (pere_id) REFERENCES Animal(id) ON DELETE
SET NULL;

-- Race.espece_id --
```

```sql
-- -----------------
ALTER TABLE Race DROP FOREIGN KEY fk_race_espece_id;

ALTER TABLE Race
ADD CONSTRAINT fk_race_espece_id FOREIGN KEY (espece_id) REFERENCES Espece(id)
ON DELETE CASCADE;
```

En résumé

- Lorsque l'on crée (ou modifie) une clé étrangère, on peut lui définir deux options : `ON DELETE`, qui sert en cas de suppression de la référence ; et `ON UPDATE`, qui sert en cas de modification de la référence.
- `RESTRICT` et `NO ACTION` désignent le comportement par défaut : la référence ne peut être ni supprimée, ni modifiée si cela entraîne des données incohérentes vis-à-vis de la clé étrangère.
- `SET NULL` fait en sorte que les données de la clé étrangère ayant perdu leur référence (suite à une modification ou une suppression) soient mises à `NULL`.
- `CASCADE` répercute la modification ou la suppression d'une référence de clé étrangère sur les lignes impactées.

Chapitre 18

Violation de contrainte d'unicité

Lorsque vous insérez ou modifiez une ligne dans une table, différents événements en relation avec les clés et les index peuvent se produire.

- L'insertion/la modification peut réussir, c'est évidemment le mieux.
- L'insertion/la modification peut échouer parce qu'une **contrainte de clé secondaire n'est pas respectée**.
- L'insertion/la modification peut échouer parce qu'une **contrainte d'unicité** (clé primaire ou index `UNIQUE`) n'est pas respectée.

Nous allons ici nous intéresser à la troisième possibilité : ce qui

arrive en cas de non-respect d'une **contrainte d'unicité**. Pour l'instant, dans ce cas-là, une erreur est déclenchée. À la fin de ce chapitre, vous serez capables de modifier ce comportement :

- vous pourrez laisser l'insertion/la modification échouer, mais **sans déclencher d'erreur** ;
- vous pourrez **remplacer la(les) ligne(s) qui existe(nt) déjà** par la ligne que vous essayez d'insérer (ne concerne que les requêtes d'insertion) ;
- enfin vous pourrez **modifier la ligne qui existe déjà** au lieu d'en insérer une nouvelle (ne concerne que les requêtes d'insertion).

Ignorer les erreurs

Les commandes d'insertion et modification possèdent une option : `IGNORE`, qui permet d'ignorer (tiens donc !) l'insertion ou la modification si elle viole une contrainte d'unicité.

Insertion

Nous avons mis une contrainte d'unicité (sous la forme d'un index `UNIQUE`) sur la colonne *nom_latin* de la table *Espece*. Donc, si l'on essaye d'insérer la ligne suivante, une erreur sera déclenchée puisqu'il existe déjà une espèce dont le nom latin est "Canis canis".

```
INSERT INTO Espece (nom_courant, nom_latin, description)
VALUES ('Chien en peluche', 'Canis canis', 'Tout doux, propre et  silencieux');
```

```
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry 'Canis canis' for key 'nom_latin'
```

Par contre, si l'on utilise le mot-clé `IGNORE` :

```
INSERT IGNORE INTO Espece (nom_courant, nom_latin, description)
VALUES ('Chien en peluche', 'Canis canis', 'Tout doux, propre et  silencieux');
```

```
Query OK, 0 rows affected (0.01 sec)
```

Plus d'erreur, la ligne n'a simplement pas été insérée.

Modification

Si l'on essaye de modifier l'espèce des chats, pour lui donner comme nom latin *Canis canis*, une erreur sera déclenchée, sauf si l'on ajoute l'option `IGNORE`.

```
UPDATE Espece SET nom_latin = 'Canis canis' WHERE nom_courant = 'Chat';
```

```
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry 'Canis canis' for key 'nom_latin'
```

```
UPDATE IGNORE Espece SET nom_latin = 'Canis canis' WHERE nom_courant = 'Chat';
```

```
Query OK, 0 rows affected (0.01 sec)
```

Les chats sont toujours des "Felix silvestris" !

LOAD DATA INFILE

La même option est disponible avec la commande **`LOAD DATA`** `INFILE`, ce qui est plutôt pratique si vous voulez éviter de devoir traficoter votre fichier suite à une insertion partielle due à une ligne qui ne respecte pas une contrainte d'unicité.

Syntaxe

```
LOAD DATA [LOCAL] INFILE 'nom_fichier' IGNORE
-- IGNORE se place juste avant INTO, comme dans INSERT
INTO TABLE nom_table
[FIELDS
    [TERMINATED BY '\t']
    [ENCLOSED BY '']
    [ESCAPED BY '\\' ]
]
[LINES
    [STARTING BY '']
    [TERMINATED BY '\n']
]
[IGNORE nombre LINES]
[(nom_colonne,...)];
```

Remplacer l'ancienne ligne

Lorsque vous voulez insérer une ligne dans une table, vous pouvez utiliser la commande bien connue **`INSERT INTO`**, ou vous pouvez utiliser **`REPLACE INTO`**. La différence entre ces deux requêtes est la façon qu'elles ont de gérer les contraintes d'unicité (ça tombe bien, c'est le sujet de ce chapitre !).
Dans le cas d'une insertion qui enfreint une contrainte d'unicité, `REPLACE` ne va ni renvoyer une erreur, ni ignorer l'insertion (comme **`INSERT INTO`** `[`**`IGNORE`**`]`). `REPLACE` va, purement, simplement et violemment, remplacer l'ancienne ligne par la nouvelle.

Mais que veut dire "remplacer l'ancienne ligne par la nouvelle" ?

Prenons par exemple Spoutnik la tortue, qui se trouve dans notre table *Animal*.

```
SELECT id, sexe, date_naissance, nom, espece_id FROM Animal WHERE nom =
'Spoutnik';
```

id	sexe	date_naissance	nom	espece_id
53	M	2007-04-02 01:45:00	Spoutnik	3

Étant donné que nous avons mis un index `UNIQUE` sur (*nom,*

especе_id), il est absolument impossible d'avoir une autre tortue du nom de Spoutnik dans notre table. La requête suivante va donc échouer lamentablement.

```
INSERT INTO Animal (sexe, nom, date_naissance, espece_id)
VALUES ('F', 'Spoutnik', '2010-08-06 15:05:00', 3);
```

```
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry 'Spoutnik-3' for key
'ind_uni_nom_espece_id'
```

Par contre, si on utilise `REPLACE` au lieu de `INSERT` :

```
REPLACE INTO Animal (sexe, nom, date_naissance, espece_id)
VALUES ('F', 'Spoutnik', '2010-08-06 15:05:00', 3);
```

```
Query OK, 2 rows affected (0.06 sec)
```

Pas d'erreur, mais vous pouvez voir que **deux** lignes ont été affectées par la commande. En effet, Spoutnik est mort, vive Spoutnik !

```
SELECT id, sexe, date_naissance, nom, espece_id FROM Animal WHERE nom =
'Spoutnik';
```

id	sexe	date_naissance	nom	espece_id
63	F	2010-08-06 15:05:00	Spoutnik	3

Comme vous voyez, nous n'avons toujours qu'une seule tortue du nom de Spoutnik, mais il ne s'agit plus du mâle né le 2 avril 2007 que nous avions précédemment, mais bien de la femelle née le 6 août 2010 que nous venons d'insérer avec `REPLACE INTO`. L'autre Spoutnik a été purement et simplement remplacé.
Attention cependant, quand je dis que l'ancien Spoutnik a été remplacé, j'utilise le terme "remplacé", car il s'agit de la traduction de `REPLACE`. Il s'agit cependant d'un abus de langage. En réalité, la ligne de **l'ancien Spoutnik a été supprimée**, et ensuite seulement, **le nouveau Spoutnik a été inséré**. C'est d'ailleurs pour cela que les deux Spoutnik n'ont **pas du tout le même *id***.

Remplacement de plusieurs lignes

Pourquoi ai-je bien précisé qu'il ne s'agissait pas vraiment d'un remplacement, mais d'une suppression suivie d'une insertion ? Parce que ce comportement a des conséquences qu'il ne faut pas négliger ! Prenons par exemple une table sur laquelle existent plusieurs contraintes d'unicité. C'est le cas d'*Animal*, puisqu'on a cet index `UNIQUE` (*nom, espece_id*), ainsi que la clé primaire (l'*id* doit donc être unique aussi).
Nous allons insérer avec `REPLACE` une ligne qui viole les deux contraintes d'unicité :

```
REPLACE INTO Animal (id, sexe, nom, date_naissance, espece_id)
-- Je donne moi-même un id, qui existe déjà !
VALUES (32, 'M', 'Spoutnik', '2009-07-26 11:52:00', 3);
-- Et Spoutnik est mon souffre-douleur du jour.
```

```
Query OK, 3 rows affected (0.05 sec)
```

Cette fois-ci, **trois** lignes ont été affectées. Trois !
Tout simplement, les deux lignes qui empêchaient l'insertion à cause des contraintes d'unicité ont été supprimées. La ligne qui avait l'*id* 32, ainsi que l'ancien Spoutnik ont été supprimés. Le nouveau Spoutnik a ensuite été inséré.

Je l'ai fait ici pour vous donner un exemple, mais je rappelle que c'est une très mauvaise idée de donner soi-même un id lorsque la colonne est auto-incrémentée (ce qui sera presque toujours le cas).

LOAD DATA INFILE

`REPLACE` est également disponible avec `LOAD DATA INFILE`. Le comportement est exactement le même.
Bien entendu, `IGNORE` et `REPLACE` ne peuvent pas être utilisés en même temps. C'est l'un **ou** l'autre.

Syntaxe

```
LOAD DATA [LOCAL] INFILE 'nom_fichier' REPLACE
-- se place au même endroit que IGNORE
INTO TABLE nom_table
[FIELDS
    [TERMINATED BY '\t']
    [ENCLOSED BY '']
    [ESCAPED BY '\\' ]
]
[LINES
    [STARTING BY '']
    [TERMINATED BY '\n']
]
[IGNORE nombre LINES]
[(nom_colonne,...)];
```

Modifier l'ancienne ligne

`REPLACE` supprime l'ancienne ligne (ou les anciennes lignes), puis insère la nouvelle. Mais parfois, ce qu'on veut, c'est bien modifier la ligne déjà existante. C'est possible grâce à la clause `ON DUPLICATE KEY UPDATE` de la commande `INSERT`.

Syntaxe

Voici donc la syntaxe de `INSERT INTO` avec cette fameuse clause :

```
INSERT INTO nom_table [(colonne1, colonne2, colonne3)]
VALUES (valeur1, valeur2, valeur3)
ON DUPLICATE KEY UPDATE colonne2 = valeur2 [, colonne3 = valeur3];
```

Donc, si une contrainte d'unicité est violée par la requête

d'insertion, la clause `ON DUPLICATE KEY` va aller modifier les colonnes spécifiées dans la ligne déjà existante.
Exemple : revoici notre petit Spoutnik !

```
SELECT id, sexe, date_naissance, nom, espece_id, mere_id, pere_id
FROM Animal
WHERE nom = 'Spoutnik';
```

id	sexe	date_naissance	nom	espece_id	mere_id	pere_id
32	M	2009-07-2 11:52:00	Spoutnik	3	NULL	NULL

Essayons d'insérer une autre tortue du nom de Spoutnik, mais cette fois-ci avec la nouvelle clause.

```
INSERT INTO Animal (sexe, date_naissance, espece_id, nom, mere_id)
VALUES ('M', '2010-05-27 11:38:00', 3, 'Spoutnik', 52)
-- date_naissance et mere_id sont différents du Spoutnik existant
ON DUPLICATE KEY UPDATE mere_id = 52;

SELECT id, sexe, date_naissance, nom, espece_id, mere_id, pere_id
FROM Animal
WHERE nom = 'Spoutnik';
```

id	sexe	date_naissance	nom	espece_id	mere_id	pere_id
32	M	2009-07-2 11:52:00	Spoutnik	3	52	NULL

Spoutnik est toujours là, mais il a désormais une mère ! Et son *id* n'a pas été modifié. Il s'agit donc bien d'une **modification de la ligne**, et non d'une suppression suivie d'une insertion. De même, sa date de naissance est restée la même puisque l'`UPDATE` ne portait que sur *mere_id*.
En fait, ce que nous avons fait était équivalent à la requête de modification suivante :

```
UPDATE Animal
SET mere_id = 52
WHERE nom = 'Spoutnik'
AND espece_id = 3;
```

Attention : plusieurs contraintes d'unicité sur la même table

Souvenez-vous, avec `REPLACE`, nous avons vu que s'il existait plusieurs contraintes d'unicité sur la même table, et que plusieurs lignes faisaient échouer l'insertion à cause de ces contraintes, `REPLACE` supprimait autant de lignes que nécessaire pour faire l'insertion.
Le comportement de `ON DUPLICATE KEY` est différent ! Dans le cas où plusieurs lignes seraient impliquées, seule une de ces lignes est modifiée (et impossible de prédire laquelle). Il faut donc **à tout prix** éviter d'utiliser cette clause quand plusieurs contraintes d'unicité pourraient être violées par l'insertion.

En résumé

- Le mot-clé `IGNORE`, utilisé dans des requêtes `INSERT`, `UPDATE` ou `LOAD DATA`, permet de ne pas déclencher d'erreur en cas de violation d'une contrainte d'unicité : la ligne posant problème ne sera simplement pas insérée/modifiée.
- Utiliser `REPLACE` au lieu de `INSERT` (ou dans `LOAD DATA`) supprime les lignes existantes qui provoquent une violation de la contrainte d'unicité à l'insertion, puis insère la nouvelle ligne.
- Il est possible, en ajoutant une clause `ON DUPLICATE KEY UPDATE` à une requête `INSERT INTO`, de provoquer soit une insertion (si aucune contrainte d'unicité n'est violée), soit une modification de certaines valeurs de la ligne déjà existante (dans le cas contraire).

Troisième partie

Fonctions : nombres, chaînes et agrégats

Chapitre 19

Rappels et introduction

Pour commencer en douceur, voici un chapitre d'introduction. On commence avec quelques **rappels** et astuces. Ensuite, on entre dans le vif du sujet avec la **définition d'une fonction**, et la différence entre une fonction **scalaire** et une fonction **d'agrégation**. Et pour finir, nous verrons quelques fonctions permettant d'obtenir des renseignements sur votre environnement, sur la dernière requête effectuée, et permettant de convertir des valeurs.
Que du bonheur, que du facile, que du super utile !

Etat actuel de la base de données

Note : les tables de test ne sont pas reprises

```
SET NAMES utf8;
```

```
DROP TABLE IF EXISTS Animal;
DROP TABLE IF EXISTS Race;
DROP TABLE IF EXISTS Espece;


CREATE TABLE Espece (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  nom_courant varchar(40) NOT NULL,
  nom_latin varchar(40) NOT NULL,
  description text,
  PRIMARY KEY (id),
  UNIQUE KEY nom_latin (nom_latin)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=7 DEFAULT CHARSET=latin1;

LOCK TABLES Espece WRITE;
INSERT INTO Espece VALUES (1,'Chien','Canis canis','Bestiole à quatre pattes
qui aime les caresses et tire souvent la langue'),(2,'Chat','Felis
silvestris','Bestiole à quatre pattes qui saute très haut et grimpe aux
arbres'),(3,'Tortue d''Hermann','Testudo hermanni','Bestiole avec une carapace
très dure'),
(4,'Perroquet amazone','Alipiopsitta xanthops','Joli oiseau parleur vert et
jaune');
UNLOCK TABLES;


CREATE TABLE Race (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  nom varchar(40) NOT NULL,
  espece_id smallint(6) unsigned NOT NULL,
  description text,
  PRIMARY KEY (id)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=9 DEFAULT CHARSET=latin1;

LOCK TABLES Race WRITE;
INSERT INTO Race VALUES (1,'Berger allemand',1,'Chien sportif et élégant au
pelage dense, noir-marron-fauve, noir ou gris.'),(2,'Berger blanc
suisse',1,'Petit chien au corps compact, avec des pattes courtes mais bien
proportionnées et au pelage tricolore ou bicolore.'),
(3,'Singapura',2,'Chat de petite taille aux grands yeux en amandes.'),(4,'Bleu
russe',2,'Chat aux yeux verts et à la robe épaisse et argentée.'),(5,'Maine
coon',2,'Chat de grande taille, à poils mi-longs.'),
(7,'Sphynx',2,'Chat sans poils.'),(8,'Nebelung',2,'Chat bleu russe, mais avec
des poils longs...');
UNLOCK TABLES;


CREATE TABLE Animal (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  sexe char(1) DEFAULT NULL,
  date_naissance datetime NOT NULL,
  nom varchar(30) DEFAULT NULL,
  commentaires text,
  espece_id smallint(6) unsigned NOT NULL,
  race_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  mere_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  pere_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (id),
  UNIQUE KEY ind_uni_nom_espece_id (nom,espece_id)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=65 DEFAULT CHARSET=utf8;

LOCK TABLES Animal WRITE;
INSERT INTO Animal VALUES (1,'M','2010-04-05 13:43:00','Rox','Mordille
beaucoup',1,1,18,22),
```

```
(2,NULL,'2010-03-24 02:23:00','Roucky',NULL,2,NULL,40,30),(3,'F','2010-09-13
15:02:00','Schtroumpfette',NULL,2,4,41,31),(4,'F','2009-08-03
05:12:00',NULL,'Bestiole avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),
(5,NULL,'2010-10-03 16:44:00','Choupi','Né sans oreille
gauche',2,NULL,NULL,NULL),(6,'F','2009-06-13 08:17:00','Bobosse','Carapace
bizarre',3,NULL,NULL,NULL),(7,'F','2008-12-06
05:18:00','Caroline',NULL,1,2,NULL,NULL),
(8,'M','2008-09-11 15:38:00','Bagherra',NULL,2,5,NULL,NULL),(9,NULL,'2010-08-23
05:18:00',NULL,'Bestiole avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),
(10,'M','2010-07-21 15:41:00','Bobo',NULL,1,NULL,7,21),
(11,'F','2008-02-20 15:45:00','Canaille',NULL,1,NULL,NULL,NULL),
(12,'F','2009-05-26 08:54:00','Cali',NULL,1,2,NULL,NULL),(13,'F','2007-04-24
12:54:00','Rouquine',NULL,1,1,NULL,NULL),
(14,'F','2009-05-26 08:56:00','Fila',NULL,1,2,NULL,NULL),(15,'F','2008-02-20
15:47:00','Anya',NULL,1,NULL,NULL,NULL),(16,'F','2009-05-26
08:50:00','Louya',NULL,1,NULL,NULL,NULL),
(17,'F','2008-03-10 13:45:00','Welva',NULL,1,NULL,NULL,NULL),
(18,'F','2007-04-24 12:59:00','Zira',NULL,1,1,NULL,NULL),(19,'F','2009-05-26
09:02:00','Java',NULL,1,2,NULL,NULL),
(20,'M','2007-04-24 12:45:00','Balou',NULL,1,1,NULL,NULL),(21,'F','2008-03-10
13:43:00','Pataude',NULL,1,NULL,NULL,NULL),(22,'M','2007-04-24
12:42:00','Bouli',NULL,1,1,NULL,NULL),
(24,'M','2007-04-12 05:23:00','Cartouche',NULL,1,NULL,NULL,NULL),
(25,'M','2006-05-14 15:50:00','Zambo',NULL,1,1,NULL,NULL),(26,'M','2006-05-14
15:48:00','Samba',NULL,1,1,NULL,NULL),
(27,'M','2008-03-10 13:40:00','Moka',NULL,1,NULL,NULL,NULL),(28,'M','2006-05-14
15:40:00','Pilou',NULL,1,1,NULL,NULL),(29,'M','2009-05-14
06:30:00','Fiero',NULL,2,3,NULL,NULL),
(30,'M','2007-03-12 12:05:00','Zonko',NULL,2,5,NULL,NULL),(31,'M','2008-02-20
15:45:00','Filou',NULL,2,4,NULL,NULL),(32,'M','2009-07-26
11:52:00','Spoutnik',NULL,3,NULL,52,NULL),
(33,'M','2006-05-19 16:17:00','Caribou',NULL,2,4,NULL,NULL),(34,'M','2008-04-20
03:22:00','Capou',NULL,2,5,NULL,NULL),(35,'M','2006-05-19
16:56:00','Raccou','Pas de queue depuis la naissance',2,4,NULL,NULL),
(36,'M','2009-05-14 06:42:00','Boucan',NULL,2,3,NULL,NULL),(37,'F','2006-05-19
16:06:00','Callune',NULL,2,8,NULL,NULL),(38,'F','2009-05-14
06:45:00','Boule',NULL,2,3,NULL,NULL),
(39,'F','2008-04-20 03:26:00','Zara',NULL,2,5,NULL,NULL),(40,'F','2007-03-12
12:00:00','Milla',NULL,2,5,NULL,NULL),(41,'F','2006-05-19
15:59:00','Feta',NULL,2,4,NULL,NULL),
(42,'F','2008-04-20 03:20:00','Bilba','Sourde de l''oreille droite à
80%',2,5,NULL,NULL),(43,'F','2007-03-12
11:54:00','Cracotte',NULL,2,5,NULL,NULL),(44,'F','2006-05-19
16:16:00','Cawette',NULL,2,8,NULL,NULL),
(45,'F','2007-04-01 18:17:00','Nikki','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL),(46,'F','2009-03-24 08:23:00','Tortilla','Bestiole avec
une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),(47,'F','2009-03-26
01:24:00','Scroupy','Bestiole avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),
(48,'F','2006-03-15 14:56:00','Lulla','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL),(49,'F','2008-03-15 12:02:00','Dana','Bestiole avec une
carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),(50,'F','2009-05-25
19:57:00','Cheli','Bestiole avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),
(51,'F','2007-04-01 03:54:00','Chicaca','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL),(52,'F','2006-03-15
14:26:00','Redbul','Insomniaque',3,NULL,NULL,NULL),(54,'M','2008-03-16
08:20:00','Bubulle','Bestiole avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),
(55,'M','2008-03-15 18:45:00','Relou','Surpoids',3,NULL,NULL,NULL),
(56,'M','2009-05-25 18:54:00','Bulbizard','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL),(57,'M','2007-03-04 19:36:00','Safran','Coco veut un
gâteau !',4,NULL,NULL,NULL),
(58,'M','2008-02-20 02:50:00','Gingko','Coco veut un gâteau
!',4,NULL,NULL,NULL),(59,'M','2009-03-26 08:28:00','Bavard','Coco veut un
gâteau !',4,NULL,NULL,NULL),(60,'F','2009-03-26 07:55:00','Parlotte','Coco veut
```

```
un gâteau !',4,NULL,NULL,NULL),
(61,'M','2010-11-09 00:00:00','Yoda',NULL,2,5,NULL,NULL);
UNLOCK TABLES;


ALTER TABLE Race ADD CONSTRAINT fk_race_espece_id FOREIGN KEY (espece_id)
REFERENCES Espece (id) ON DELETE CASCADE;

ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_pere_id FOREIGN KEY (pere_id) REFERENCES
Animal (id) ON DELETE SET NULL;
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_espece_id FOREIGN KEY (espece_id)
REFERENCES Espece (id);
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_mere_id FOREIGN KEY (mere_id) REFERENCES
Animal (id) ON DELETE SET NULL;
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_race_id FOREIGN KEY (race_id) REFERENCES
Race (id) ON DELETE SET NULL;
```

Rappels et manipulation simple de nombres

Rappels

Nous avons vu qu'il était possible d'afficher des nombres ou des chaînes de caractères avec un simple `SELECT` :
Exemple : affichage simple de nombres et de chaînes de caractères.

```
SELECT 3, 'Bonjour !';
```

3	Bonjour !

Vous savez également qu'il est possible de faire diverses opérations mathématiques de la même manière, et que la priorité des opérations est respectée :
Exemple : quelques opérations mathématiques.

```
SELECT 3+5, 8/3, 10+2/2, (10+2)/2;
```

8	2.6667	11.0000	6.0000

Opérateurs mathématiques

Six opérateurs mathématiques sont utilisables avec MySQL.

Symbole	Opération
+	addition
-	soustraction
*	multiplication
/	division
DIV	division entière
% (ou MOD)	modulo

Pour ceux qui ne le sauraient pas, le **modulo** de a par b est le **reste de la division entière** de *a* par *b* (par exemple, le modulo de 13 par 10 vaut 3).
Exemple : les six opérateurs mathématiques.

```
SELECT 1+1, 4-2, 3*6, 5/2, 5 DIV 2, 5 % 2, 5 MOD 2;
```

1 + 1	4 - 2	3*6	5/2	5 DIV 2	5 % 2	5 MOD 2
2	2	18	2.5000	2	1	1

Combiner les données avec des opérations mathématiques

Jusqu'ici, rien de plus simple. Cependant, si l'on veut juste faire 3 + 6, pas besoin de MySQL, une calculette (ou un cerveau) suffit. Là où ça devient intéressant, c'est qu'il est possible de faire des opérations mathématiques, et bien d'autres choses, sur les données de la base de données.

Modification de notre base de données

Mais avant de rentrer dans le vif du sujet, je vais vous demander d'ajouter quelque chose à notre base de données. En effet, pour l'instant nous n'avons pas de données numériques, si ce n'est les différents *id*. Or, il n'est pas très intéressant (et ça peut même être dangereux) de manipuler les *id*.

Par conséquent, nous allons ajouter une colonne *prix* à nos tables *Espece* et *Race*, qui contiendra donc le prix à payer pour adopter un animal de telle espèce ou telle race. Cette colonne sera du type `DECIMAL`, avec deux chiffres après la virgule. Elle ne pourra pas contenir de nombres négatifs, et sera donc également `UNSIGNED`. Voici donc les commandes à exécuter :

```
ALTER TABLE Race
ADD COLUMN prix DECIMAL(7,2) UNSIGNED;

ALTER TABLE Espece
ADD COLUMN prix DECIMAL(7,2) UNSIGNED;

-- Remplissage des colonnes "prix"
UPDATE Espece SET prix = 200 WHERE id = 1;
UPDATE Espece SET prix = 150 WHERE id = 2;
UPDATE Espece SET prix = 140 WHERE id = 3;
UPDATE Espece SET prix = 700 WHERE id = 4;
UPDATE Espece SET prix = 10 WHERE id = 5;
UPDATE Espece SET prix = 75 WHERE id = 6;

UPDATE Race SET prix = 450 WHERE id = 1;
UPDATE Race SET prix = 900 WHERE id = 2;
UPDATE Race SET prix = 950 WHERE id = 3;
UPDATE Race SET prix = 800 WHERE id = 4;
UPDATE Race SET prix = 700 WHERE id = 5;
UPDATE Race SET prix = 1200 WHERE id = 7;
UPDATE Race SET prix = 950 WHERE id = 8;
UPDATE Race SET prix = 600 WHERE id = 9;
```

Le prix de la race sera prioritaire sur le prix de l'espèce. Donc pour un Berger allemand, on ira chercher le prix dans la table *Race*, tandis que pour un bâtard ou une tortue d'Hermann, on prendra le prix de la table *Espece*.

Opérations sur données sélectionnées

Exemple 1 : Imaginons que nous voulions savoir le prix à payer pour acheter 3 individus de la même espèce (sans considérer la race). Facile, il suffit de multiplier le prix de chaque espèce par 3.

```
SELECT nom_courant, prix*3 AS prix_trio
FROM Espece;
```

nom_courant	prix_trio
Chien	600.00
Chat	450.00
Tortue d'Hermann	420.00
Perroquet amazone	2100.00

Exemple 2 : toutes les opérations courantes peuvent bien entendu être utilisées.

```
SELECT nom_courant, prix,
       prix+100 AS addition, prix/2 AS division,
       prix-50.5 AS soustraction, prix%3 AS modulo
FROM Espece;
```

nom_courant	prix	addition	division	soustraction	modulo
Chien	200.00	300.00	100.000000	149.50	2.00
Chat	150.00	250.00	75.000000	99.50	0.00
Tortue d'Hermann	140.00	240.00	70.000000	89.50	2.00
Perroquet amazone	700.00	800.00	350.000000	649.50	1.00

Modification de données grâce à des opérations mathématiques

Il est tout à fait possible, et souvent fort utile, de modifier des données grâce à des opérations.
Exemple : la commande suivante va augmenter le prix de toutes les races de 35 :

```
UPDATE Race
SET prix = prix + 35;
```

C'est quand même plus élégant que de devoir faire une requête `SELECT` pour savoir le prix actuel des races, calculer ces prix + 35, puis faire un `UPDATE` pour chaque race avec le résultat.
Bien entendu, on peut faire ce genre de manipulation également dans une requête de type `INSERT INTO ... SELECT` par exemple. En fait, on peut faire ce genre de manipulation partout.

Définition d'une fonction

Nous avons déjà utilisé quelques fonctions dans ce cours. Par exemple, dans le chapitre sur les sous-requêtes, je vous proposais la requête suivante :

```
SELECT MIN(date_naissance)      -- On utilise ici une fonction !
```

```
FROM (
    SELECT Animal.id, Animal.sexe, Animal.date_naissance, Animal.nom,
Animal.espece_id
    FROM Animal
    INNER JOIN Espece
        ON Espece.id = Animal.espece_id
    WHERE Espece.nom_courant IN ('Tortue d''Hermann', 'Perroquet amazone')
) AS tortues_perroquets;
```

Lorsque l'on fait `MIN(date_naissance)`, on **appelle** la **fonction** `MIN()`, en lui donnant en **paramètre** la colonne *date_naissance* (ou plus précisément, les lignes de la colonne *date_naissance* sélectionnées par la requête).
Détaillons un peu tout ça !

Une fonction

Une fonction est un code qui effectue une **série d'instructions bien précises** (dans le cas de `MIN()`, ces instructions visent donc à chercher la valeur minimale), et **renvoie le résultat de ces instructions** (la valeur minimale en question).
Une fonction est définie par **son nom** (exemple : `MIN`) et **ses paramètres**.

Un paramètre

Un paramètre de fonction est une donnée (ou un ensemble de données) que l'on **fournit à la fonction** afin qu'elle puisse effectuer son action. Par exemple, pour `MIN()`, il faut passer un paramètre : les données parmi lesquelles on souhaite récupérer la valeur minimale. Une fonction peut avoir **un ou plusieurs paramètres, ou n'en avoir aucun**. Dans le cas d'une fonction ayant plusieurs paramètres, l'ordre dans lequel on donne ces paramètres est très important.
On parle aussi des **arguments** d'une fonction.

Appeler une fonction

Lorsque l'on utilise une fonction, on dit qu'on fait appel à celle-ci. Pour appeler une fonction, il suffit donc de donner son nom, suivi des paramètres éventuels entre parenthèses (lesquelles sont obligatoires, même s'il n'y a aucun paramètre).

Exemples

```sql
-- Fonction sans paramètre
SELECT PI();     -- renvoie le nombre Pi, avec 5 décimales

-- Fonction avec un paramètre
SELECT MIN(prix) AS minimum
-- il est bien sûr possible d'utiliser les alias !
FROM Espece;

-- Fonction avec plusieurs paramètres
SELECT REPEAT('fort ! Trop ', 4);
-- répète une chaîne (ici : 'fort ! Trop ', répété 4 fois)

-- Même chose qu'au-dessus, mais avec les paramètres dans le mauvais ordre
SELECT REPEAT(4, 'fort ! Trop ');
-- la chaîne de caractères 'fort ! Trop ' va être convertie en entier par
MySQL, ce qui donne 0. "4" va donc être répété zéro fois...
```

PI()
3.141593

minimum
140.00

REPEAT('fort ! Trop ', 4)
fort ! Trop fort ! Trop fort ! Trop fort ! Trop

REPEAT(4, 'fort ! Trop ')

Il n'y a pas d'espace entre le nom de la fonction et la parenthèse ouvrante !

Fonctions scalaires vs fonctions d'agrégation

On peut distinguer deux types de fonctions : les fonctions scalaires et les fonctions d'agrégation (ou fonctions de groupement). Les **fonctions scalaires** s'appliquent à **chaque ligne indépendamment**, tandis que les **fonctions d'agrégation regroupent les lignes** (par défaut, elles regroupent toutes les lignes en une seule). Un petit exemple rendra cette explication lumineuse.

Fonction scalaire

La fonction `ROUND(X)` arrondit *X* à l'entier le plus proche. Il s'agit d'une fonction scalaire.

```
SELECT nom, prix, ROUND(prix)
FROM Race;
```

nom	prix	ROUND(prix)
Berger allemand	485.00	485
Berger blanc suisse	935.00	935
Singapura	985.00	985
Bleu russe	835.00	835
Maine coon	735.00	735
Sphynx	1235.00	1235
Nebelung	985.00	985

Il y a sept races dans ma table, et lorsqu'on applique la fonction `ROUND(X)` à la colonne *prix*, on récupère bien sept lignes.

Fonction d'agrégation

La fonction `MIN(X)` par contre, est une fonction d'agrégation.

```
SELECT MIN(prix)
FROM Race;
```

MIN(prix)
485.00

On ne récupère qu'une seule ligne de résultat. Les sept races ont été regroupées (ça n'aurait d'ailleurs pas de sens d'avoir une ligne par race).
Cette particularité des fonctions d'agrégation les rend un peu plus délicates à utiliser, mais offre des possibilités vraiment intéressantes. Nous commencerons donc en douceur avec les

fonctions scalaires pour consacrer ensuite plusieurs chapitres à l'utilisation des fonctions de groupement.

Quelques fonctions générales

Petite mise au point

Le but de cette partie n'est évidemment pas de référencer toutes les fonctions existantes. De même, les fonctions présentées seront décrites avec des exemples, mais nous ne verrons pas les petits cas particuliers, les exceptions, ni les éventuels comportements étranges et imprévisibles. Pour ça, la documentation officielle est, et restera, votre meilleur compagne. Le but ici est de vous montrer un certain nombre de fonctions que, selon mon expérience, je juge utile que vous connaissiez. Par conséquent, et on ne le répétera jamais assez, n'hésitez pas à faire un tour sur la documentation de MySQL si vous ne trouvez pas votre bonheur parmi les fonctions citées ici.

Informations sur l'environnement actuel

Version de MySQL

La fonction classique parmi les classiques : `VERSION()` vous permettra de savoir sous quelle version de MySQL tourne votre serveur.

```
SELECT VERSION();
```

VERSION()
5.5.16

Où suis-je ? Qui suis-je ?

Vous avez créé plusieurs utilisateurs différents pour gérer votre base de données, et présentement vous ne savez plus avec lequel vous êtes connectés ? Pas de panique, il existe les fonctions `CURRENT_USER()` et `USER()`. Ces deux fonctions ne font pas exactement la même chose. Par conséquent, il n'est pas impossible qu'elles vous renvoient deux résultats différents.

- `CURRENT_USER()` : renvoie l'utilisateur (et l'hôte) qui a été utilisé lors de l'identification au serveur ;
- `USER()` : renvoie l'utilisateur (et l'hôte) qui a été spécifié lors de l'identification au serveur.

Mais comment cela pourrait-il être différent ? Tout simplement, parce que si vous vous connectez avec un utilisateur qui n'a aucun droit (droits que l'on donne avec la commande `GRANT`, mais nous verrons ça dans une prochaine partie), vous arriverez à vous connecter, mais le serveur vous identifiera avec un "utilisateur anonyme". `USER()` vous renverra alors votre utilisateur sans droit, tandis que `CURRENT_USER()` vous donnera l'utilisateur anonyme. Dans notre cas, l'utilisateur "sdz" (ou n'importe quel user que vous avez créé) ayant des droits, les deux fonctions renverront exactement la même chose.

```
SELECT CURRENT_USER(), USER();
```

CURRENT_USER()	USER()
sdz@localhost	sdz@localhost

Informations sur la dernière requête

Dernier ID généré par auto-incrémentation

Dans une base de données relationnelle, il arrive très souvent que vous deviez insérer plusieurs lignes en une fois dans la base de données, et que certaines de ces nouvelles lignes doivent contenir une référence à d'autres nouvelles lignes. Par exemple, vous voulez ajouter Pipo le rottweiller dans votre base. Pour ce faire, vous devez insérer une nouvelle race (rottweiller), et un nouvel animal (Pipo)

pour lequel vous avez besoin de l'*id* de la nouvelle race.
Plutôt que de faire un `SELECT` sur la table *Race* une fois la nouvelle race insérée, il est possible d'utiliser `LAST_INSERT_ID()`.
Cette fonction renvoie le dernier *id* créé par auto-incrémentation, pour la connexion utilisée (donc si quelqu'un se connecte au même serveur, avec un autre client, il n'influera pas sur le `LAST_INSERT_ID()` que vous recevez).

```
INSERT INTO Race (nom, espece_id, description, prix)
VALUES ('Rottweiller', 1, 'Chien d''apparence solide, bien musclé, à la robe
noire avec des taches feu bien délimitées.', 600.00);

INSERT INTO Animal (sexe, date_naissance, nom, espece_id, race_id)
VALUES ('M', '2010-11-05', 'Pipo', 1, LAST_INSERT_ID());
-- LAST_INSERT_ID() renverra ici l'id de la race Rottweiller
```

Nombre de lignes renvoyées par la requête

La fonction `FOUND_ROWS()` vous permet d'afficher le nombre de lignes que votre dernière requête a ramenées.

```
SELECT id, nom, espece_id, prix
FROM Race;

SELECT FOUND_ROWS();
```

id	nom	espece_id	prix
1	Berger allemand	1	485.00
2	Berger blanc suisse	1	935.00
3	Singapura	2	985.00
4	Bleu russe	2	835.00
5	Maine coon	2	735.00
7	Sphynx	2	1235.00
8	Nebelung	2	985.00
9	Rottweiller	1	600.00

FOUND_ROWS()
8

Jusque-là, rien de bien extraordinaire. Cependant, utilisée avec `LIMIT`, `FOUND_ROWS()` peut avoir un comportement très intéressant. En effet, moyennant l'ajout d'une option dans la requête `SELECT` d'origine, `FOUND_ROWS()` nous donnera le nombre de lignes que la requête aurait ramenées en l'absence de `LIMIT`. L'option à ajouter

dans le `SELECT` est `SQL_CALC_FOUND_ROWS`, et se place juste après le mot-clé `SELECT`.

```
SELECT id, nom, espece_id, prix                    -- Sans option
FROM Race
LIMIT 3;

SELECT FOUND_ROWS() AS sans_option;

SELECT SQL_CALC_FOUND_ROWS id, nom, espece_id, prix   -- Avec option
FROM Race
LIMIT 3;

SELECT FOUND_ROWS() AS avec_option;
```

sans option

3

avec option

8

Convertir le type de données

Dans certaines situations, vous allez vouloir convertir le type de votre donnée (une chaîne de caractères `'45'` en entier `45` par exemple). Il faut savoir que dans la majorité de ces situations, MySQL est assez souple et permissif pour faire la conversion lui-même, automatiquement, et sans que vous ne vous en rendiez vraiment compte (attention, ce n'est pas le cas de la plupart des SGBDR).
Exemple : conversions automatiques

```
SELECT *
FROM Espece
WHERE id = '3';

INSERT INTO Espece (nom_latin, nom_courant, description, prix)
VALUES ('Rattus norvegicus', 'Rat brun', 'Petite bestiole avec de longues
moustaches et une longue queue sans poils', '10.00');
```

La colonne *id* est de type `INT`, pourtant la comparaison avec une chaîne de caractères renvoie bien un résultat. De même, la colonne

prix est de type `DECIMAL`, mais l'insertion d'une valeur sous forme de chaîne de caractères n'a posé aucun problème. MySQL a converti automatiquement.
Dans les cas où la conversion automatique n'est pas possible, vous pouvez utiliser la fonction `CAST(expr AS type)`. *expr* représente la donnée que vous voulez convertir, et *type* est bien sûr le type vers lequel vous voulez convertir votre donnée.
Ce type peut être : `BINARY`, `CHAR`, `DATE`, `DATETIME`, `TIME`, `UNSIGNED` (sous-entendu `INT`), `SIGNED` (sous-entendu `INT`), `DECIMAL`.
Exemple : conversion d'une chaîne de caractère en date

```
SELECT CAST('870303' AS DATE);
```

CAST('870303' AS DATE)
1987-03-03

En résumé

- MySQL permet de faire de nombreuses opérations mathématiques, que ce soit directement sur des valeurs entrées par l'utilisateur, ou sur des données de la base.
- MySQL permet l'utilisation des opérateurs mathématiques et des fonctions dans tous les types de requêtes (insertion, sélection, modification, etc.).
- Une fonction est un code qui effectue une série d'instructions bien définie et renvoie un résultat.
- Les paramètres d'une fonction sont des valeurs ou des données fournies à la fonction lors de son appel.
- Une fonction scalaire, appliquée à une colonne de données agit sur chaque ligne indépendamment.
- Une fonction d’agrégation regroupe les différentes lignes.

Chapitre 20

Fonctions scalaires

Comme prévu, ce chapitre sera consacré aux **fonctions scalaires** permettant la manipulation de nombres et de chaînes de caractères. Nous verrons entre autres comment arrondir un nombre ou tirer un nombre au hasard, et comment connaître la longueur d'un texte ou en extraire une partie.
La fin de ce chapitre est constituée d'exercices afin de pouvoir mettre les fonctions en pratique.

Il existe aussi des fonctions permettant de manipuler les dates en SQL, mais une partie entière leur sera consacrée.

À nouveau, si vous ne trouvez pas votre bonheur parmi les fonctions présentées ici, n'hésitez surtout pas à faire un tour sur la

documentation officielle.
N'essayez pas de retenir par cœur toutes ces fonctions bien sûr. Si vous savez qu'elles existent, il vous sera facile de retrouver leur syntaxe exacte en cas de besoin, que ce soit ici ou dans la documentation.

Manipulation de nombres

Voici donc quelques fonctions scalaires qui vont vous permettre de manipuler les nombres : faire des calculs, des arrondis, prendre un nombre au hasard, etc.

Toutes les fonctions de cette partie retournent NULL en cas d'erreur !

Arrondis

Arrondir un nombre, c'est trouver une valeur proche de ce nombre avec une précision donnée et selon certains critères.
La précision est en général représentée par le nombre de décimales désirées. Par exemple, pour un prix, on travaille rarement avec plus de deux décimales. Pour un âge, on préférera généralement un nombre entier (c'est-à-dire aucune décimale).
Quant aux critères, il s'agit de décider si l'on veut arrondir au plus proche (ex. : 4,3 arrondi à l'entier le plus proche vaut 4), arrondir au supérieur (ex. : 4,3 arrondi à l'entier supérieur vaut 5) ou arrondir à l'inférieur (ex. : 4,3 arrondi à l'entier inférieur vaut 4).
Voici quatre fonctions permettant d'arrondir les nombres, selon ces différents critères.
Pour les paramètres, *n* représente le nombre à arrondir, *d* le nombre de décimales désirées.

CEIL()

`CEIL(n)` ou `CEILING(n)` arrondit au nombre entier supérieur.

```
SELECT CEIL(3.2), CEIL(3.7);
```

CEIL(3.2)	CEIL(3.7)
4	4

FLOOR()

`FLOOR(n)` arrondit au nombre entier inférieur.

```
SELECT FLOOR(3.2), FLOOR(3.7);
```

FLOOR(3.2)	FLOOR(3.7)
3	3

ROUND()

`ROUND(n, d)` arrondit au nombre à *d* décimales le plus proche. `ROUND(n)` équivaut à écrire `ROUND(n, 0)`, donc arrondit à l'entier le plus proche.

```
SELECT ROUND(3.22, 1), ROUND(3.55, 1), ROUND(3.77, 1);
SELECT ROUND(3.2), ROUND(3.5), ROUND(3.7);
```

ROUND(3.22, 1)	ROUND(3.55, 1)	ROUND(3.77, 1)
3.2	3.6	3.8

ROUND(3.2)	ROUND(3.5)	ROUND(3.7)
3	4	4

Si le nombre se trouve juste entre l'arrondi supérieur et l'arrondi inférieur (par exemple si on arrondit 3,5 à un nombre entier), certaines implémentations vont arrondir vers le haut, d'autres vers le bas. Testez donc pour savoir dans quel cas est votre serveur (comme vous voyez, ici, c'est vers le haut).

TRUNCATE()

`TRUNCATE(n, d)` arrondit en enlevant purement et simplement les

décimales en trop (donc arrondi à l'inférieur pour les nombres positifs, au supérieur pour les nombres négatifs).

```
SELECT TRUNCATE(3.2, 0), TRUNCATE(3.5, 0), TRUNCATE(3.7, 0);
```

```
SELECT TRUNCATE(3.22, 1), TRUNCATE(3.55, 1), TRUNCATE(3.77, 1);
```

TRUNCATE(3.2, 0)	TRUNCATE(3.5, 0)	TRUNCATE(3.7, 0)
3	3	3

TRUNCATE(3.22, 1)	TRUNCATE(3.55, 1)	TRUNCATE(3.77, 1)
3.2	3.5	3.7

Exposants et racines

Exposants

`POWER(n, e)` (ou `POW(n, e)`) retourne le résultat de *n* exposant *e* (n^e).
Pour rappel, *n* exposant *e* (n^e) veut dire que l'on multiplie *n* par lui-même, *e* fois. Donc par exemple, $2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$

```
SELECT POW(2, 5), POWER(5, 2);
```

POW(2, 5)	POWER(5, 2)
32	25

Racines

Prendre la racine n^{ième} d'un nombre *x* ($\sqrt[n]{x}$), c'est trouver le (ou les) nombre(s) *y* qui répond(ent) à la condition suivante : $y^n = x$. Donc la racine cinquième de 32 ($\sqrt[5]{32}$) vaut 2, puisque
$2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$
`SQRT(n)` donne la racine carrée positive de *n* ($\sqrt{n} = \sqrt[2]{n}$).

```
SELECT SQRT(4);
```

SQRT(4)

2

Il n'existe pas de fonction particulière pour obtenir la racine n^{ième} d'un nombre pour $n > 2$. Cependant, pour ceux qui ne le sauraient pas : $\sqrt[n]{x} = x^{\frac{1}{n}}$. Donc, pour obtenir par exemple la racine cinquième de 32, il suffit de faire :

```
SELECT POW(32, 1/5);
```

POW(32, 1/5)
2

Hasard

Le "vrai" hasard n'existe pas en informatique. Il est cependant possible de simuler le hasard, avec par exemple un générateur de nombres aléatoires. MySQL implémente un générateur de nombres aléatoires auquel vous pouvez faire appel en utilisant la fonction `RAND()`, qui retourne un nombre "aléatoire" entre 0 et 1.

```
SELECT RAND();
```

RAND()
0.08678611469155748

Cette fonction peut par exemple être utile pour trier des résultats de manière aléatoire. Un nombre différent va en effet être généré pour chaque ligne de résultat. Le tri se fera alors sur ce nombre généré "au hasard".
Notez que ce n'est pas très bon en termes de performances, étant donné qu'un nombre doit être généré pour chaque ligne.

```
SELECT *
FROM Race
ORDER BY RAND();
```

Divers

SIGN()

`SIGN(n)` renvoie le signe du nombre *n*. Ou plus exactement, `SIGN(n)` renvoie -1 si *n* est négatif, 0 si *n* vaut 0, et 1 si *n* est positif.

```
SELECT SIGN(-43), SIGN(0), SIGN(37);
```

SIGN(-43)	SIGN(0)	SIGN(37)
-1	0	1

ABS()

`ABS(n)` retourne la valeur absolue de *n*, donc sa valeur sans le signe.

```
SELECT ABS(-43), ABS(0), ABS(37);
```

ABS(-43)	ABS(0)	ABS(37)
43	0	37

MOD()

La fonction `MOD(n, div)` retourne le modulo, donc le reste de la division entière de *n* par *div* (comme l'opérateur `%` ou `MOD`)

```
SELECT MOD(56, 10);
```

MOD(56, 10)
6

Manipulation de chaînes de caractères

Nous allons maintenant manipuler, triturer, examiner des chaînes de caractères. À toutes fins utiles, je rappelle en passant qu'en SQL, les chaînes de caractères sont entourées de guillemets (simples, mais les guillemets doubles fonctionnent avec MySQL également).

Longueur et comparaison

Connaître la longueur d'une chaîne

Trois fonctions permettent d'avoir des informations sur la longueur d'une chaîne de caractères. Chaque fonction calcule la longueur d'une manière particulière.

- **`BIT_LENGTH`**`(chaine)` : retourne le nombre de bits de la chaîne. Chaque caractère est encodé sur un ou plusieurs octets, chaque octet représente huit bits.
- **`CHAR_LENGTH`**`(chaine)` : (ou **`CHARACTER_LENGTH`**`()`) retourne le nombre de caractères de la chaîne.
- **`LENGTH`**`(chaine)` : retourne le nombre d'octets de la chaîne. Chaque caractère étant représenté par un ou plusieurs octets (rappel : les caractères que vous pouvez utiliser dépendent de l'encodage choisi).

```
SELECT BIT_LENGTH('élevage'),
       CHAR_LENGTH('élevage'),
       LENGTH('élevage'); -- Les caractères accentués sont codés sur 2 octets
en UTF-8
```

BIT_LENGTH('élevage')	CHAR_LENGTH('élevage')	LENGTH('élevage')
64	7	8

A priori, dans neuf cas sur dix au moins, la fonction qui vous sera utile est donc **`CHAR_LENGTH`**`()`.

Comparer deux chaînes

La fonction `STRCMP(chaine1, chaine2)` compare les deux chaînes passées en paramètres et retourne 0 si les chaînes sont les mêmes, -1 si la première chaîne est classée avant dans l'ordre alphabétique et 1 dans le cas contraire.

```
SELECT STRCMP('texte', 'texte') AS 'texte=texte',
       STRCMP('texte','texte2') AS 'texte<texte2',
       STRCMP('chaine','texte') AS 'chaine<texte',
       STRCMP('texte', 'chaine') AS 'texte>chaine',
```

```
       STRCMP('texte3','texte24') AS 'texte3>texte24'; -- 3 est après 24 dans
l'ordre alphabétique
```

texte=texte	texte<texte2	chaine<texte	texte>chaine	texte3>texte24
0	-1	-1	1	1

Retrait et ajout de caractères

Répéter une chaîne

`REPEAT(c, n)` retourne le texte *c*, *n* fois.

```
SELECT REPEAT('Ok ', 3);
```

REPEAT('Ok ', 3)
Ok Ok Ok

Compléter/réduire une chaîne

Les fonctions `LPAD()` et `RPAD()` appliquées à une chaîne de caractères retournent cette chaîne en lui donnant une longueur particulière, donnée en paramètre. Si la chaîne de départ est trop longue, elle sera raccourcie, si elle est trop courte, des caractères seront ajoutés, à gauche de la chaîne pour `LPAD()`, à droite pour `RPAD()`.
Ces fonctions nécessitent trois paramètres : la chaîne à transformer (*texte*), la longueur désirée (*long*), et le caractère à ajouter si la chaîne est trop courte (*caract*).

```
LPAD(texte, long, caract)
RPAD(texte, long, caract)
```

```
SELECT LPAD('texte', 3, '@') AS '3_gauche_@',
       LPAD('texte', 7, '$') AS '7_gauche_$',
       RPAD('texte', 5, 'u') AS '5_droite_u',
       RPAD('texte', 7, '*') AS '7_droite_*',
       RPAD('texte', 3, '-') AS '3_droite_-';
```

3_gauche_@	7_gauche_$	5_droite_u	7_droite_*	3_droite_-
tex	$$texte	texte	texte**	tex

Ôter les caractères inutiles

Il peut arriver que certaines de vos données aient des caractères inutiles ajoutés avant et/ou après le texte intéressant. Dans ce cas, il vous est possible d'utiliser la fonction `TRIM()`, qui va supprimer tous ces caractères. Cette fonction a une syntaxe un peu particulière que voici :

```
TRIM([[BOTH | LEADING | TRAILING] [caract] FROM] texte);
```

Je rappelle que ce qui est entre crochets est facultatif.
On peut donc choisir entre trois options : `BOTH`, `LEADING` et `TRAILING`.

- `BOTH` : les caractères seront éliminés à l'avant, et à l'arrière du texte
- `LEADING` : seuls les caractères à l'avant de la chaîne seront supprimés
- `TRAILING` : seuls les caractères à l'arrière de la chaîne seront supprimés

Si aucune option n'est précisée, c'est `BOTH` qui est utilisé par défaut. *caract* est la chaîne de caractères (ou le caractère unique) à éliminer en début et/ou fin de chaîne. Ce paramètre est facultatif : par défaut les espaces blancs seront supprimées. Et *texte* est bien sûr la chaîne de caractères à traiter.

```
SELECT TRIM('   Tralala  ') AS both_espace,
       TRIM(LEADING FROM '   Tralala  ') AS lead_espace,
       TRIM(TRAILING FROM '   Tralala  ') AS trail_espace,

       TRIM('e' FROM 'eeeBouHeee') AS both_e,
       TRIM(LEADING 'e' FROM 'eeeBouHeee') AS lead_e,
       TRIM(BOTH 'e' FROM 'eeeBouHeee') AS both_e,

       TRIM('123' FROM '1234ABCD4321') AS both_123;
```

both_espace	lead_espace	trail_espace	both_e	lead_e	both_e	both_123
Tralala	Tralala	Tralala	BouH	BouHeee	BouH	4ABCD4321

Récupérer une sous-chaîne

La fonction `SUBSTRING()` retourne une partie d'une chaîne de caractères. Cette partie est définie par un ou deux paramètres : *pos* (obligatoire), qui donne la position de début de la sous-chaîne, et *long* (facultatif) qui donne la longueur de la sous-chaîne désirée (si ce paramètre n'est pas précisé, toute la fin de la chaîne est prise). Quatre syntaxes sont possibles :

- `SUBSTRING(chaine, pos)`
- `SUBSTRING(chaine FROM pos)`
- `SUBSTRING(chaine, pos, long)`
- `SUBSTRING(chaine FROM pos FOR long)`

```
SELECT SUBSTRING('texte', 2) AS from2,
       SUBSTRING('texte' FROM 3) AS from3,
       SUBSTRING('texte', 2, 3) AS from2long3,
       SUBSTRING('texte' FROM 3 FOR 1) AS from3long1;
```

from2	from3	from2long3	from3long1
exte	xte	ext	x

Recherche et remplacement

Rechercher une chaîne de caractères

`INSTR()`, `LOCATE()` et `POSITION()` retournent la position de la première occurrence d'une chaîne de caractères *rech* dans une chaîne de caractères *chaine*. Ces trois fonctions ont chacune une syntaxe particulière :

- `INSTR(chaine, rech)`
- `LOCATE(rech, chaine)` - les paramètres sont inversés par rapport à `INSTR()`
- `POSITION(rech IN chaine)`

Si la chaîne de caractères *rech* n'est pas trouvée dans *chaine*, ces fonctions retournent 0. Par conséquent, la première lettre d'une chaîne de caractères est à la position 1 (alors que dans beaucoup de langages de programmation, on commence toujours à la position 0). `LOCATE()` peut aussi accepter un paramètre supplémentaire : *pos*, qui

définit la position dans la chaîne à partir de laquelle il faut rechercher *rech* : `LOCATE(rech, chaine, pos)`.

```
SELECT INSTR('tralala', 'la') AS fct_INSTR,
       POSITION('la' IN 'tralala') AS fct_POSITION,
       LOCATE('la', 'tralala') AS fct_LOCATE,
       LOCATE('la', 'tralala', 5) AS fct_LOCATE2;
```

fct_INSTR	fct_POSITION	fct_LOCATE	fct_LOCATE2
4	4	4	6

Changer la casse des chaînes

Les fonctions `LOWER(chaine)` et `LCASE(chaine)` mettent toutes les lettres de *chaine* en minuscules, tandis que `UPPER(chaine)` et `UCASE(chaine)` mettent toutes les lettres en majuscules.

```
SELECT LOWER('AhAh') AS minuscule,
        LCASE('AhAh') AS minuscule2,
        UPPER('AhAh') AS majuscule,
        UCASE('AhAh') AS majuscule2;
```

minuscule	minuscule2	majuscule	majuscule2
ahah	ahah	AHAH	AHAH

Récupérer la partie gauche ou droite

`LEFT(chaine, long)` retourne les *long* premiers caractères de *chaine* en partant de la gauche, et `RIGHT(chaine, long)` fait la même chose en partant de la droite.

```
SELECT LEFT('123456789', 5), RIGHT('123456789', 5);
```

LEFT('123456789', 5)	RIGHT('123456789', 5)
12345	56789

Inverser une chaîne

`REVERSE(chaine)` renvoie *chaine* en inversant les caractères.

```
SELECT REVERSE('abcde');
```

REVERSE('abcde')
edcba

Remplacer une partie par autre chose

Deux fonctions permettent de remplacer une partie d'une chaîne de caractères : `INSERT()` et `REPLACE()`.

- `INSERT(chaine, pos, long, nouvCaract)`: le paramètre *chaine* est la chaîne de caractères dont on veut remplacer une partie, *pos* est la position du premier caractère à remplacer, *long* le nombre de caractères à remplacer, et *nouvCaract* est la chaîne de caractères qui viendra remplacer la portion de *chaine* choisie.
- `REPLACE(chaine, ancCaract, nouvCaract)` : tous les caractères (ou sous-chaînes) *ancCaract* seront remplacés par *nouvCaract*.

```
SELECT INSERT('texte', 3, 2, 'blabla') AS fct_INSERT,
       REPLACE('texte', 'e', 'a') AS fct_REPLACE,
       REPLACE('texte', 'ex', 'ou') AS fct_REPLACE2;
```

fct_INSERT	fct_REPLACE	fct_REPLACE2
teblablae	taxta	toute

Concaténation

Concaténer deux chaînes de caractères signifie les mettre bout à bout pour n'en faire qu'une seule. Deux fonctions scalaires permettent la concaténation : `CONCAT()` et `CONCAT_WS()`. Ces deux fonctions permettent de concaténer autant de chaînes que vous voulez, il suffit de toutes les passer en paramètres. Par conséquent, ces deux fonctions n'ont pas un nombre de paramètres défini.

- `CONCAT(chaine1, chaine2,…)` : renvoie simplement une chaîne de caractères, résultat de la concaténation de toutes les chaînes passées en paramètres.
- `CONCAT_WS(separateur, chaine1, chaine2)` : même chose que `CONCAT()`, sauf que la première chaîne passée sera utilisée comme séparateur, donc placée entre chacune des autres chaînes passées en paramètres.

```
SELECT CONCAT('My', 'SQL', '!'), CONCAT_WS('-', 'My', 'SQL', '!');
```

CONCAT('My', 'SQL', '!')	CONCAT_WS('-', 'My', 'SQL', '!')
MySQL!	My-SQL-!

FIELD(), une fonction bien utile pour le tri

La fonction `FIELD(rech, chaine1, chaine2, chaine3,…)` recherche le premier argument (*rech*) parmi les arguments suivants (*chaine1, chaine2, chaine3,…*) et retourne l'index auquel *rech* est trouvée (1 si *rech = chaine1*, 2 si *rech = chaine2*,…). Si *rech* n'est pas trouvée parmi les arguments, 0 est renvoyé.

```
SELECT FIELD('Bonjour', 'Bonjour !', 'Au revoir', 'Bonjour', 'Au revoir !') AS
field_bonjour;
```

field_bonjour
3

Par conséquent, `FIELD` peut être utilisée pour définir un ordre arbitraire dans une clause `ORDER BY`.
Exemple : ordonnons les espèces selon un ordre arbitraire. La fonction `FIELD()` dans la clause `SELECT` n'est là que pour illustrer la façon dont ce tri fonctionne.

```
SELECT nom_courant, nom_latin, FIELD(nom_courant, 'Rat brun', 'Chat', 'Tortue
d''Hermann', 'Chien', 'Perroquet amazone') AS resultat_field
FROM Espece
ORDER BY FIELD(nom_courant, 'Rat brun', 'Chat', 'Tortue d''Hermann', 'Chien',
'Perroquet amazone');
```

nom_courant	nom_latin	resultat_field
Rat brun	Rattus norvegicus	1
Chat	Felis silvestris	2
Tortue d'Hermann	Testudo hermanni	3
Chien	Canis canis	4
Perroquet amazone	Alipiopsitta xanthops	5

Si vous ne mettez pas toutes

les valeurs existantes de la colonne en argument de FIELD(), les lignes ayant les valeurs non mentionnées seront classées en premier (puisque FIELD() renverra 0).

Code ASCII

Les deux dernières fonctions que nous allons voir sont `ASCII()` et `CHAR()`, qui sont complémentaires. `ASCII(chaine)` renvoie le code ASCII du premier caractère de la chaîne passée en paramètre, tandis que `CHAR(ascii1, ascii2,…)` retourne les caractères correspondant aux codes ASCII passés en paramètres (autant de paramètres qu'on veut). Les arguments passés à `CHAR()` seront convertis en entiers par MySQL.

```
SELECT ASCII('T'), CHAR(84), CHAR('84', 84+32, 84.2);
```

ASCII('T')	CHAR(84)	CHAR('84', 84+32, 84.2)
84	T	TtT

Exemples d'application et exercices

Ce chapitre a été fort théorique jusqu'à maintenant. Donc pour changer un peu, et vous réveiller, je vous propose de passer à la pratique, en utilisant les données de notre base *elevage*. Ces quelques exercices sont faisables en utilisant uniquement les fonctions et opérateurs mathématiques que je vous ai décrits dans ce chapitre.

On commence par du facile

1. Afficher une phrase donnant le prix de l'espèce, pour chaque espèce

Par exemple, afficher "Un chat coûte 100 euros.", ou une autre phrase du genre, et ce pour les cinq espèces enregistrées.

```
SELECT CONCAT('Un(e) ', nom_courant, ' coûte ', prix, ' euros.') AS Solution
FROM Espece;

-- OU

SELECT CONCAT_WS(' ','Un(e)', nom_courant, 'coûte', prix, 'euros.') AS Solution
FROM Espece;
```

2. Afficher les chats dont la deuxième lettre du nom est un "a"

```
SELECT Animal.nom, Espece.nom_courant
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
WHERE Espece.nom_courant = 'Chat'
AND SUBSTRING(nom, 2, 1) = 'a';
```

Puis on corse un peu

1. Afficher les noms des perroquets en remplaçant les "a" par "@" et les "e" par "3" pour en faire des perroquets Kikoolol

```
SELECT REPLACE(REPLACE(nom, 'a', '@'), 'e', '3') AS Solution
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
WHERE Espece.nom_courant LIKE 'Perroquet%';
```

Une petite explication s'impose avant de vous laisser continuer. Comme vous voyez, il est tout à fait possible d'imbriquer plusieurs fonctions. Le tout est de le faire correctement, et pour cela, il faut procéder par étape. Ici, vous voulez faire deux remplacements successifs dans une chaîne de caractères (en l'occurrence, le nom des perroquets). Donc, vous effectuez un premier remplacement, en

changeant les "a" par les "@" : `REPLACE(nom, 'a', '@')`. Ensuite, **sur la chaîne résultant de ce premier remplacement**, vous effectuez le second : `REPLACE(REPLACE(nom, 'a', '@'), 'e', '3')`. Logique, non ?

2. Afficher les chiens dont le nom a un nombre pair de lettres

```sql
SELECT nom, nom_courant
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
WHERE nom_courant = 'Chien'
AND CHAR_LENGTH(nom)%2 = 0;

-- OU

SELECT nom, nom_courant
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
WHERE nom_courant = 'Chien'
AND CHAR_LENGTH(nom) MOD 2 = 0;

-- OU

SELECT nom, nom_courant
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
WHERE nom_courant = 'Chien'
AND MOD(CHAR_LENGTH(nom),2) = 0;
```

Le nombre de lettres, c'était facile, il suffisait d'utiliser `CHAR_LENGTH()`.
Pour savoir si un nombre est pair, il faut utiliser les modulos : lorsqu'un nombre est pair, le reste d'une division entière de ce nombre par 2 est 0, donc ce nombre **modulo** 2 vaut 0.

En résumé

- Concaténer deux chaînes de caractères signifie les mettre bout à bout.
- Il ne faut pas hésiter, pour obtenir le résultat voulu, à combiner plusieurs fonctions ensemble.
- Pour savoir si un nombre est multiple d'un autre, on peut utiliser le modulo.

Chapitre 21

Fonctions d'agrégation

Les fonctions d'agrégation, ou de groupement, sont des fonctions qui vont **regrouper les lignes**. Elles agissent sur une colonne, et renvoient un résultat unique pour toutes les lignes sélectionnées (ou pour chaque groupe de lignes, mais nous verrons cela plus tard). Elles servent majoritairement à faire des **statistiques**, comme nous allons le voir dans la première partie de ce chapitre (compter des lignes, connaître une moyenne, trouver la valeur maximale d'une colonne,…).
Nous verrons ensuite la fonction `GROUP_CONCAT()` qui, comme son nom l'indique, est une fonction de groupement qui sert à **concaténer** des valeurs.

Fonctions statistiques

La plupart des fonctions d'agrégation vont vous permettre de faire des statistiques sur vos données.

Nombre de lignes

La fonction `COUNT()` permet de savoir combien de lignes sont sélectionnées par la requête.

```
-- Combien de races avons-nous ? --
-- -------------------------------
SELECT COUNT(*) AS nb_races
FROM Race;

-- Combien de chiens avons-nous ? --
-- -------------------------------
SELECT COUNT(*) AS nb_chiens
FROM Animal
INNER JOIN Especе ON Especе.id = Animal.especе_id
WHERE Especе.nom_courant = 'Chien';
```

nb_races
8

nb_chiens
21

COUNT(*) ou COUNT(colonne)

Vous l'avez vu, j'ai utilisé `COUNT(*)` dans les exemples ci-dessus. Cela signifie que l'on compte tout simplement les lignes, sans se soucier de ce qu'elles contiennent.
Par contre, si on utilise `COUNT(colonne)`, seules les lignes dont la valeur de *colonne* n'est pas `NULL` seront prises en compte.
Exemple : comptons les lignes de la table *Animal*, avec `COUNT(*)` et `COUNT(race_id)`.

```
SELECT COUNT(race_id), COUNT(*)
FROM Animal;
```

COUNT(race_id)	COUNT(*)

31	60

Il n'y a donc que 31 animaux sur nos 60 pour lesquels la race est définie.

Doublons

Comme dans une requête `SELECT` tout à fait banale, il est possible d'utiliser le mot-clé `DISTINCT` pour ne pas prendre en compte les doublons.
Exemple : comptons le nombre de races distinctes définies dans la table *Animal*.

```
SELECT COUNT(DISTINCT race_id)
FROM Animal;
```

COUNT(DISTINCT race_id)
7

Parmi nos 31 animaux dont la race est définie, on trouve donc 7 races différentes.

Minimum et maximum

Nous avons déjà eu l'occasion de rencontrer la fonction `MIN(x)`, qui retourne la plus petite valeur de *x*. Il existe également une fonction `MAX(x)`, qui renvoie la plus grande valeur de *x*.

```
SELECT MIN(prix), MAX(prix)
FROM Race;
```

MIN(prix)	MAX(prix)
485.00	1235.00

Notez que `MIN()` et `MAX()` ne s'utilisent pas uniquement sur des données numériques. Si vous lui passez des chaînes de caractères, `MIN()` récupérera la première chaîne dans l'ordre alphabétique, `MAX()` la dernière ; avec des dates, `MIN()` renverra la plus vieille et `MAX()` la plus récente.

Exemple :

```
SELECT MIN(nom), MAX(nom), MIN(date_naissance), MAX(date_naissance)
FROM Animal;
```

MIN(nom)	MAX(nom)	MIN(date_naissance)	MAX(date_naissance)
Anya	Zonko	2006-03-15 14:26:0	2010-11-09 00:00:00

Somme et moyenne

Somme

La fonction `SUM(x)` renvoie la somme de *x*.

```
SELECT SUM(prix)
FROM Espece;
```

SUM(prix)
1200.00

Moyenne

La fonction `AVG(x)` (du mot anglais *average*) renvoie la valeur moyenne de *x*.

```
SELECT AVG(prix)
FROM Espece;
```

AVG(prix)
240.000000

Concaténation

Principe

Avec les fonctions d'agrégation, on regroupe plusieurs lignes. Les fonctions statistiques nous permettent d'avoir des informations fort utiles sur le résultat d'une requête, mais parfois, il est intéressant d'avoir également les valeurs concernées.
Ceci est faisable avec `GROUP_CONCAT(nom_colonne)`. Cette fonction concatène les valeurs de *nom_colonne* pour chaque groupement réalisé.
Exemple : on récupère la somme des prix de chaque espèce, et on affiche les espèces concernées par la même occasion.

```
SELECT SUM(prix), GROUP_CONCAT(nom_courant)
FROM Espece;
```

SUM(prix)	GROUP_CONCAT(nom_courant)
1200.00	Chien,Chat,Tortue d'Hermann,Perroquet amazone,Rat brun

Syntaxe

Voici la syntaxe de cette fonction :

```
GROUP_CONCAT(
              [DISTINCT] col1 [, col2, ...]
              [ORDER BY col [ASC | DESC]]
              [SEPARATOR sep]
            )
```

- `DISTINCT` : sert comme d'habitude à éliminer les doublons.
- `col1` : est le nom de la colonne dont les valeurs doivent être concaténées. C'est le **seul argument obligatoire**.
- `col2,…` : sont les éventuelles autres colonnes (ou chaînes de caractères) à concaténer.
- **`ORDER BY`** : permet de déterminer dans quel ordre les valeurs seront concaténées.
- `SEPARATOR` : permet de spécifier une chaîne de caractères à utiliser pour séparer les différentes valeurs. Par défaut, c'est une virgule.

Exemples

```sql
-- ------------------------------------
-- CONCATENATION DE PLUSIEURS COLONNES --
-- ------------------------------------
SELECT SUM(Race.prix), GROUP_CONCAT(Race.nom, Espece.nom_courant)
FROM Race
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Race.espece_id;

-- ------------------------------------------------
-- CONCATENATION DE PLUSIEURS COLONNES EN PLUS JOLI --
-- ------------------------------------------------
SELECT SUM(Race.prix), GROUP_CONCAT(Race.nom, ' (', Espece.nom_courant, ')')
FROM Race
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Race.espece_id;

-- ---------------------------
-- ELIMINATION DES DOUBLONS --
-- ---------------------------
SELECT SUM(Espece.prix), GROUP_CONCAT(DISTINCT Espece.nom_courant)
-- Essayez sans le DISTINCT pour voir
FROM Espece
INNER JOIN Race ON Race.espece_id = Espece.id;

-- ---------------------------
-- UTILISATION DE ORDER BY --
-- ---------------------------
SELECT SUM(Race.prix), GROUP_CONCAT(Race.nom, ' (', Espece.nom_courant, ')'
ORDER BY Race.nom DESC)
FROM Race
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Race.espece_id;

-- ----------------------------
-- CHANGEMENT DE SEPARATEUR  --
-- ----------------------------
SELECT SUM(Race.prix), GROUP_CONCAT(Race.nom, ' (', Espece.nom_courant, ')'
SEPARATOR ' - ')
FROM Race
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Race.espece_id;
```

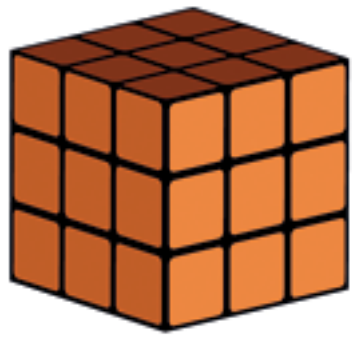
En résumé

- La plupart des fonctions d'agrégation permettent de faire des statistiques sur les données : nombre de lignes, moyenne d'une colonne,…
- `COUNT(*)` compte toutes les lignes quel que soit leur contenu, tandis que `COUNT(colonne_x)` compte les lignes pour lesquelles *colonne_x* n'est pas `NULL`.
- `GROUP_CONCAT(colonne_x)` permet de concaténer les valeurs de *colonne_x* dont les lignes ont été groupées par une autre

fonction d'agrégation.

Chapitre 22

Regroupement



Vous savez donc que les fonctions d'agrégation groupent plusieurs lignes ensemble. Jusqu'à maintenant, toutes les lignes étaient chaque fois regroupées en une seule. Mais ce qui est particulièrement intéressant avec ces fonctions, c'est qu'il est possible de **regrouper les lignes en fonction d'un critère**, et d'avoir ainsi plusieurs groupes distincts.
Par exemple, avec la fonction `COUNT(*)`, vous pouvez compter le nombre de lignes que vous avez dans la table *Animal*. Mais que diriez-vous de faire des groupes par espèces, et donc de savoir en une seule requête combien vous avez de chats, chiens, etc. ? Un simple groupement, et c'est fait !
Au programme de ce chapitre :

- les règles et la syntaxe à appliquer pour regrouper des lignes ;
- le groupement sur plusieurs critères ;

- les "super-agrégats" ;
- la sélection de certains groupes sur la base de critères.

Regroupement sur un critère

Pour regrouper les lignes selon un critère, il faut utiliser `GROUP BY`, qui se place après l'éventuelle clause `WHERE` (sinon directement après `FROM`), suivi du nom de la colonne à utiliser comme critère de regroupement.

```
SELECT ...
FROM nom_table
[WHERE condition]
GROUP BY nom_colonne;
```

Exemple 1 : comptons les lignes dans la table *Animal*, en regroupant sur le critère de l'espèce (donc avec la colonne *espece_id*).

```
SELECT COUNT(*) AS nb_animaux
FROM Animal
GROUP BY espece_id;
```

nb_animaux
21
20
15
4

Exemple 2 : Même chose, mais on ne prend que les mâles cette fois-ci.

```
SELECT COUNT(*) AS nb_males
FROM Animal
WHERE sexe = 'M'
GROUP BY espece_id;
```

nb_males
10
9
4
3

C'est déjà intéressant, mais nous n'allons pas en rester là. En effet, il serait quand même mieux de savoir à quelle espèce correspond quel nombre !

Voir d'autres colonnes

Pour savoir à quoi correspond chaque nombre, il suffit d'afficher également le critère qui a permis de regrouper les lignes. Dans notre cas, *espece_id*.

```
SELECT espece_id, COUNT(*) AS nb_animaux
FROM Animal
GROUP BY espece_id;
```

espece_id	nb_animaux
1	21
2	20
3	15
4	4

C'est déjà mieux, mais l'idéal serait d'avoir le nom des espèces directement. Qu'à cela ne tienne, il suffit de faire une jointure ! Sans oublier de changer le critère et de mettre *nom_courant* à la place de *espece_id*.

```
SELECT nom_courant, COUNT(*) AS nb_animaux
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
GROUP BY nom_courant;
```

nom_courant	nb_animaux
Chat	20
Chien	21
Perroquet amazone	4
Tortue d'Hermann	15

Colonnes sélectionnées

La règle SQL

Lorsque l'on fait un groupement dans une requête, avec `GROUP BY`, on ne peut sélectionner que deux types d'éléments dans la clause `SELECT` :

- une ou des colonnes **ayant servi de critère** pour le regroupement ;
- **une fonction d'agrégation** (agissant sur n'importe quelle colonne).

Cette règle est d'ailleurs logique. Imaginez la requête suivante :

```
SELECT nom_courant, COUNT(*) AS nb_animaux, date_naissance
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
GROUP BY nom_courant;
```

Que vient faire la date de naissance dans cette histoire ? Et surtout, quelle date de naissance espère-t-on sélectionner ? **Chaque ligne représente une espèce** puisque l'on a regroupé les lignes sur la base de *Espece.nom_courant*. Donc *date_naissance* n'a aucun sens par rapport aux groupes formés, une espèce n'ayant pas de date de naissance. Il en est de même pour les colonnes *sexe* ou *commentaires* par exemple.
Qu'en est-il des colonnes *Espece.id*, *Animal.espece_id*, ou *Espece.nom_latin* ? En groupant sur le nom courant de l'espèce, ces différentes colonnes ont un sens, et pourraient donc être utiles. Il a cependant été décidé que **par sécurité, la sélection de colonnes n'étant pas dans les critères de groupement serait interdite**. Cela afin d'éviter les situations comme au-dessus, où les colonnes sélectionnées n'ont aucun sens par rapport au groupement fait.
Par conséquent, si vous voulez afficher également l'id de l'espèce et son nom latin, il vous faudra grouper sur les trois colonnes : *Espece.nom_latin*, *Espece.nom_courant* et *Espece.id*. Les groupes créés seront les mêmes qu'en groupant uniquement sur *Espece.nom_courant*, mais votre requête respectera les standards SQL.

```
SELECT Espece.id, nom_courant, nom_latin, COUNT(*) AS nb_animaux
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
GROUP BY nom_courant, Espece.id, nom_latin;
```

id	nom_courant	nom_latin	nb_animaux
2	Chat	Felis silvestris	20
1	Chien	Canis canis	21
4	Perroquet amazone	Alipiopsitta xanthops	4
3	Tortue d'Hermann	Testudo hermanni	15

Le cas MySQL

On ne le répétera jamais assez : MySQL est un SGBD extrêmement permissif. Dans certains cas, c'est bien pratique, mais c'est toujours dangereux.
Et notamment en ce qui concerne `GROUP BY`, MySQL ne sera pas perturbé pour un sou si vous sélectionnez une colonne qui n'est pas dans les critères de regroupement. Reprenons la requête qui sélectionne la colonne *date_naissance* alors que le regroupement se fait sur la base de l'*espece_id*. J'insiste, cette requête ne respecte pas la norme SQL, et n'a aucun sens. La plupart des SGBD vous renverront une erreur si vous tentez de l'exécuter.

```
SELECT nom_courant, COUNT(*) AS nb_animaux, date_naissance
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
GROUP BY espece_id;
```

Pourtant, loin de rouspéter, MySQL donne le résultat suivant :

nom_courant	nb_animaux	date_naissance
Chat	20	2010-03-24 02:23:00
Chien	21	2010-04-05 13:43:00
Perroquet amazone	4	2007-03-04 19:36:00
Tortue d'Hermann	15	2009-08-03 05:12:00

MySQL a tout simplement pris n'importe quelle valeur parmi celles du groupe pour la date de naissance. D'ailleurs, il est tout à fait possible que vous ayez obtenu des valeurs différentes des miennes. Soyez donc très prudents lorsque vous utilisez `GROUP BY`. Vous faites peut-être des requêtes qui n'ont aucun sens, et MySQL ne vous en avertira pas !

Tri des données

Selon le même principe, il n'est possible de faire un tri des données qu'à partir d'une colonne qui fait partie des critères de regroupement, ou à partir d'une fonction d'agrégation. Ça n'a pas plus de sens de trier les espèces par date de naissance que de sélectionner une date de naissance par espèce.
Vous pouvez par contre parfaitement écrire ceci :

```
SELECT Espece.id, nom_courant, nom_latin, COUNT(*) AS nb_animaux
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
GROUP BY nom_courant, Espece.id, nom_latin
ORDER BY nb_animaux;
```

4	Perroquet amazone	Alipiopsitta xanthops	4
3	Tortue d'Hermann	Testudo hermanni	15
2	Chat	Felis silvestris	20
1	Chien	Canis canis	21

Notez que la norme SQL veut que l'on n'utilise pas d'expressions (fonction, opération mathématique,...) dans `GROUP BY` ou `ORDER BY`. C'est la raison pour laquelle j'ai mis `ORDER BY nb_animaux` et non pas `ORDER BY COUNT(*)`, bien qu'avec MySQL les deux fonctionnent. Pensez donc à utiliser des alias pour ces situations.

Et les autres espèces ?

La requête suivante nous donne le nombre d'animaux qu'on possède pour chaque espèce **dont on possède au moins un animal**. Comment peut-on faire pour afficher également les autres espèces ?

```
SELECT Espece.nom_courant, COUNT(*) AS nb_animaux
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
GROUP BY nom_courant;
```

Essayons donc avec une jointure externe, puisqu'il faut tenir compte de toutes les espèces, même celles qui n'ont pas de correspondance dans la table *Animal*.

```sql
SELECT Especе.nom_courant, COUNT(*) AS nb_animaux
FROM Animal
RIGHT JOIN Especе ON Animal.especе_id = Especе.id -- RIGHT puisque la table
Especе est à droite.
GROUP BY nom_courant;
```

nom_courant	nb_animaux
Chat	20
Chien	21
Perroquet amazone	4
Rat brun	1
Tortue d'Hermann	15

Les rats bruns apparaissent bien. En revanche, ce n'est pas 1 qu'on attend, mais 0, puisqu'on n'a pas de rats dans notre élevage. Cela dit, ce résultat est logique : avec la jointure externe, on aura une ligne correspondant aux rats bruns, avec `NULL` dans toutes les colonnes de la table *Animal*. Donc ce qu'il faudrait, c'est avoir les cinq espèces, mais ne compter que lorsqu'il y a un animal correspondant. Pour ce faire, il suffit de faire `COUNT(Animal.especе_id)` par exemple.

```sql
SELECT Especе.nom_courant, COUNT(Animal.especе_id) AS nb_animaux
FROM Animal
RIGHT JOIN Especе ON Animal.especе_id = Especе.id
GROUP BY nom_courant;
```

nom_courant	nb_animaux
Chat	20
Chien	21
Perroquet amazone	4
Rat brun	0
Tortue d'Hermann	15

C'est pas magique ça ?

Regroupement sur plusieurs critères

J'ai mentionné le fait qu'il était possible de grouper sur plusieurs colonnes, mais jusqu'à maintenant, cela n'a servi qu'à pouvoir

afficher correctement les colonnes voulues, sans que ça n'influe sur les groupes. On n'avait donc en fait qu'un seul critère, représenté par plusieurs colonnes. Voyons maintenant un exemple avec deux critères différents (qui ne créent pas les mêmes groupes).
Les deux requêtes suivantes permettent de savoir combien d'animaux de chaque espèce vous avez dans la table *Animal*, ainsi que combien de mâles et de femelles, toutes espèces confondues.

```
SELECT nom_courant, COUNT(*) as nb_animaux
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
GROUP BY nom_courant;

SELECT sexe, COUNT(*) as nb_animaux
FROM Animal
GROUP BY sexe;
```

nom_courant	nb_animaux
Chat	20
Chien	21
Perroquet amazone	4
Tortue d'Hermann	15

sexe	nb_animaux
NULL	3
F	31
M	26

En faisant un regroupement multicritère, il est possible de savoir facilement combien de mâles et de femelles **par espèce** il y a dans la table *Animal*. Notez que **l'ordre des critères a son importance**.
Exemple 1 : on regroupe d'abord sur l'espèce, puis sur le sexe.

```
SELECT nom_courant, sexe, COUNT(*) as nb_animaux
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
GROUP BY nom_courant, sexe;
```

nom_courant	sexe	nb_animaux
Chat	NULL	2
Chat	F	9
Chat	M	9
Chien	F	11
Chien	M	10
Perroquet amazone	F	1
Perroquet amazone	M	3

Tortue d'Hermann	NULL	1
Tortue d'Hermann	F	10
Tortue d'Hermann	M	4

Exemple 2 : on regroupe d'abord sur le sexe, puis sur l'espèce.

```
SELECT nom_courant, sexe, COUNT(*) as nb_animaux
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
GROUP BY sexe,nom_courant;
```

nom_courant	sexe	nb_animaux
Chat	NULL	2
Tortue d'Hermann	NULL	1
Chat	F	9
Chien	F	11
Perroquet amazone	F	1
Tortue d'Hermann	F	10
Chat	M	9
Chien	M	10
Perroquet amazone	M	3
Tortue d'Hermann	M	4

Étant donné que le regroupement par sexe donnait trois groupes différents, et le regroupement par espèce donnait quatre groupes différents, il peut y avoir jusqu'à douze (3 x 4) groupes lorsque l'on regroupe en se basant sur les deux critères. Ici, il y en aura moins puisque le sexe de tous les chiens et de tous les perroquets est défini (pas de `NULL`).

Super-agrégats

Parlons maintenant de l'option **`WITH ROLLUP`** de **`GROUP BY`**. Cette option va afficher des lignes supplémentaires dans la table de résultats. Ces lignes représenteront des "super-groupes" (ou super-agrégats), donc des "groupes de groupes". Deux petits exemples, et vous aurez compris !

Exemple avec un critère de regroupement

```
SELECT nom_courant, COUNT(*) as nb_animaux
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
GROUP BY nom_courant WITH ROLLUP;
```

nom_courant	nb_animaux
Chat	20
Chien	21
Perroquet amazone	4
Tortue d'Hermann	15
NULL	60

Nous avons donc 20 chats, 21 chiens, 4 perroquets et 15 tortues. Et combien font 20 + 21 + 4 + 15 ? 60 ! Exactement. La ligne supplémentaire représente donc le regroupement de nos quatre groupes basé sur le critère `GROUP BY nom_courant`.

Exemple avec deux critères de regroupement

```
SELECT nom_courant, sexe, COUNT(*) as nb_animaux
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
WHERE sexe IS NOT NULL
GROUP BY nom_courant, sexe WITH ROLLUP;
```

nom_courant	sexe	nb_animaux
Chat	F	9
Chat	M	9
Chat	NULL	18
Chien	F	11
Chien	M	10
Chien	NULL	21
Perroquet amazone	F	1
Perroquet amazone	M	3
Perroquet amazone	NULL	4
Tortue d'Hermann	F	10
Tortue d'Hermann	M	4
Tortue d'Hermann	NULL	14
NULL	NULL	57

Les deux premières lignes correspondent aux nombres de chats mâles et femelles. Jusque-là, rien de nouveau. Par contre, la troisième ligne est une ligne insérée par `WITH ROLLUP`, et contient le nombre de chats (mâles et femelles). Nous avons fait des groupes en séparant les espèces et les sexes, et `WITH ROLLUP` a créé des "super-groupes" en regroupant les sexes mais gardant les espèces séparées. Nous avons donc également le nombre de chiens à la sixième ligne,

de perroquets à la neuvième, et de tortues à la douzième. Quant à la toute dernière ligne, c'est un "super-super-groupe" qui réunit tous les groupes ensemble.
C'est en utilisant **`WITH ROLLUP`** qu'on se rend compte que l'ordre des critères est vraiment important. En effet, voyons ce qui se passe si on échange les deux critères *nom_courant* et *sexe*.

```
SELECT nom_courant, sexe, COUNT(*) as nb_animaux
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
WHERE sexe IS NOT NULL
GROUP BY sexe, nom_courant WITH ROLLUP;
```

nom_courant	sexe	nb_animaux
Chat	F	9
Chien	F	11
Perroquet amazone	F	1
Tortue d'Hermann	F	10
NULL	F	31
Chat	M	9
Chien	M	10
Perroquet amazone	M	3
Tortue d'Hermann	M	4
NULL	M	26
NULL	NULL	57

Cette fois-ci, les super-groupes ne correspondent pas aux espèces, mais aux sexes, c'est-à-dire au premier critère. Le regroupement se fait bien dans l'ordre donné par les critères.

J'ai ajouté la condition WHERE sexe IS NOT NULL pour des raisons de lisibilité uniquement, étant donné que sans cette condition, d'autres NULL seraient apparus, rendant plus compliquée l'explication des super-agrégats.

NULL, c'est pas joli

Il est possible d'éviter d'avoir ces NULL dans les lignes des super-groupes. Pour cela, on peut utiliser la fonction COALESCE().

Cette fonction prend autant de paramètres que l'on veut, et renvoie le premier paramètre non `NULL`.
Exemples :

```
SELECT COALESCE(1, NULL, 3, 4); -- 1
SELECT COALESCE(NULL, 2);       -- 2
SELECT COALESCE(NULL, NULL, 3); -- 3
```

Voici comment l'utiliser dans le cas des super-agrégats.

```
SELECT COALESCE(nom_courant, 'Total'), COUNT(*) as nb_animaux
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
GROUP BY nom_courant WITH ROLLUP;
```

COALESCE(nom_courant, 'Total')	nb_animaux
Chat	20
Chien	21
Perroquet amazone	4
Tortue d'Hermann	15
Total	60

Tant qu'il s'agit de simples groupes, *nom_courant* contient bien le nom de l'espèce. `COALESCE()` renvoie donc celui-ci. Par contre, quand il s'agit du super-groupe, la colonne *nom_courant* du résultat contient `NULL`, et donc `COALESCE()` va renvoyer "Total".

Si vous utilisez COALESCE() dans ce genre de situation, il est impératif que vos critères de regroupement ne contiennent pas NULL (ou que vous éliminiez ces lignes-là). Sinon, vous aurez "Total" à des lignes qui ne sont pas des super-groupes.

Exemple : groupons sur le sexe, sans éliminer les lignes pour lesquelles le sexe n'est pas défini.

```
SELECT COALESCE(sexe, 'Total'), COUNT(*) as nb_animaux
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
GROUP BY sexe WITH ROLLUP;
```

COALESCE(sexe, 'Total')	nb animaux
Total	3
F	31
M	26
Total	60

Conditions sur les fonctions d'agrégation

Il n'est pas possible d'utiliser la clause `WHERE` pour faire des conditions sur une fonction d'agrégation. Donc, si l'on veut afficher les espèces dont on possède plus de 15 individus, la requête suivante ne fonctionnera pas.

```
SELECT nom_courant, COUNT(*)
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
WHERE COUNT(*) > 15
GROUP BY nom_courant;
```

```
ERROR 1111 (HY000): Invalid use of group function
```

Il faut utiliser une clause spéciale : `HAVING`. Cette clause se place juste après le **`GROUP BY`**.

```
SELECT nom_courant, COUNT(*)
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
GROUP BY nom_courant
HAVING COUNT(*) > 15;
```

nom_courant	COUNT(*)
Chat	20
Chien	21

Il est également possible d'utiliser un alias dans une condition `HAVING` :

```
SELECT nom_courant, COUNT(*) as nombre
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
```

```sql
GROUP BY nom_courant
HAVING nombre > 15;
```

nom_courant	nombre
Chat	20
Chien	21

Optimisation

Les conditions données dans la clause `HAVING` ne doivent pas nécessairement comporter une fonction d'agrégation. Les deux requêtes suivantes donneront par exemple des résultats équivalents :

```sql
SELECT nom_courant, COUNT(*) as nombre
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
GROUP BY nom_courant
HAVING nombre > 6 AND SUBSTRING(nom_courant, 1, 1) = 'C';
-- Deux conditions dans HAVING

SELECT nom_courant, COUNT(*) as nombre
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
WHERE SUBSTRING(nom_courant, 1, 1) = 'C'
-- Une condition dans WHERE
GROUP BY nom_courant
HAVING nombre > 6;
-- Et une dans HAVING
```

Il est cependant préférable, et de loin, d'utiliser la clause `WHERE` autant que possible, c'est-à-dire pour toutes les conditions, sauf celles utilisant une fonction d'agrégation. En effet, les conditions `HAVING` ne sont absolument pas optimisées, au contraire des conditions `WHERE`.

En résumé

- Utiliser `GROUP BY` en combinaison avec une fonction d'agrégation permet de regrouper les lignes selon un ou plusieurs critères.
- Si l'on groupe sur un seul critère, on aura autant de groupes (donc de lignes) que de valeurs différentes dans la colonne

utilisée comme critère.

- Si l'on groupe sur plusieurs critères, le nombre maximum de groupes résultant est obtenu en multipliant le nombre de valeurs différentes dans chacune des colonnes utilisées comme critère.
- Selon la norme SQL, si l'on utilise `GROUP BY`, on ne peut avoir dans la clause `SELECT` que des fonctions d'agrégation, ou des colonnes utilisées comme critère dans le `GROUP BY`.
- L'option `WITH ROLLUP` permet de créer des super-groupes (ou groupes de groupe).
- Une condition sur le résultat d'une fonction d'agrégation se place dans une clause `HAVING`, et non dans la clause `WHERE`.

Chapitre 23

Exercices sur les agrégats

Jusqu'à maintenant, tout a été très théorique. Or, la meilleure façon d'apprendre, c'est la pratique. Voici donc quelques exercices que je vous conseille de faire.
S'il vaut mieux que vous essayiez par vous-mêmes avant de regarder la solution, ne restez cependant pas bloqués trop longtemps sur un exercice, et prenez toujours le temps de bien comprendre la solution.

Du simple…

1. Combien de races avons-nous dans la table Race ?

```
SELECT COUNT(*)
FROM Race;
```

Simple échauffement.

2. De combien de chiens connaissons-nous le père ?

```
SELECT COUNT(pere_id)
FROM Animal
INNER JOIN Especе ON Especе.id = Animal.especе_id
WHERE Especе.nom_courant = 'Chien';
```

L'astuce ici était de ne pas oublier de donner la colonne *pere_id* en paramètre à `COUNT()`, pour ne compter que les lignes où *pere_id* est non `NULL`. Si vous avez fait directement `WHERE especе_id = 1` au lieu d'utiliser une jointure pour sélectionner les chiens, ce n'est pas bien grave.

3. Quelle est la date de naissance de notre plus jeune femelle ?

```
SELECT MAX(date_naissance)
FROM Animal
WHERE sexe = 'F';
```

4. En moyenne, quel est le prix d'un chien ou d'un chat de race, par espèce, et en général ?

```sql
SELECT nom_courant AS Espece, AVG(Race.prix) AS prix_moyen
FROM Race
INNER JOIN Espece ON Race.espece_id = Espece.id
WHERE Espece.nom_courant IN ('Chat', 'Chien')
GROUP BY Espece.nom_courant WITH ROLLUP;
```

Ne pas oublier `WITH ROLLUP` pour avoir le résultat général.

5. Combien avons-nous de perroquets mâles et femelles, et quels sont leurs noms (en une seule requête bien sûr) ?

```sql
SELECT sexe, COUNT(*), GROUP_CONCAT(nom SEPARATOR ', ')
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
WHERE nom_courant = 'Perroquet amazone'
GROUP BY sexe;
```

Il suffisait de se souvenir de la méthode `GROUP_CONCAT()` pour pouvoir réaliser simplement cette requête. Peut-être avez-vous groupé sur l'espèce aussi (avec *nom_courant* ou autre). Ce n'était pas nécessaire puisqu'on avait restreint à une seule espèce avec la clause `WHERE`. Cependant, cela n'influe pas sur le résultat, mais sur la rapidité de la requête.

…Vers le complexe

1. Quelles sont les races dont nous ne possédons aucun individu ?

```sql
SELECT Race.nom, COUNT(Animal.race_id) AS nombre
FROM Race
LEFT JOIN Animal ON Animal.race_id = Race.id
GROUP BY Race.nom
HAVING nombre = 0;
```

Il fallait ici ne pas oublier de faire une jointure externe (`LEFT` ou `RIGHT`, selon votre requête), ainsi que de mettre la colonne *Animal.race_id* (ou *Animal.id*, ou *Animal.espece_id* mais c'est moins intuitif) en paramètre de la fonction `COUNT()`.

2. Quelles sont les espèces (triées par ordre alphabétique du nom latin) dont nous possédons moins de cinq mâles ?

```sql
SELECT Espece.nom_latin, COUNT(espece_id) AS nombre
FROM Espece
LEFT JOIN Animal ON Animal.espece_id = Espece.id
WHERE sexe = 'M' OR Animal.id IS NULL
GROUP BY Espece.nom_latin
HAVING nombre < 5;
```

À nouveau, une jointure externe et *espece_id* en argument de `COUNT()`, mais il y avait ici une petite subtilité en plus.
Puisqu'on demandait des informations sur les mâles uniquement, il fallait une condition `WHERE sexe = 'M'`. Mais cette condition fait

que les lignes de la jointure provenant de la table *Espece* n'ayant aucune correspondance dans la table *Animal* sont éliminées également (puisque forcément, toutes les colonnes de la table *Animal*, dont *sexe*, seront à `NULL` pour ces lignes). Par conséquent, il fallait ajouter une condition permettant de garder ces fameuses lignes (les espèces pour lesquelles on n'a aucun individu, donc aucun mâle). Il fallait donc ajouter `OR Animal.id IS NULL`, ou faire cette condition sur toute autre colonne d'*Animal* ayant la contrainte `NOT NULL`, et qui donc ne sera `NULL` que lors d'une jointure externe, en cas de non-correspondance avec l'autre table.
Il n'y a plus alors qu'à ajouter la clause `HAVING` pour sélectionner les espèces ayant moins de cinq mâles.

3. Combien de mâles et de femelles de chaque race avons-nous, avec un compte total intermédiaire pour les races (mâles et femelles confondues) et pour les espèces ? Afficher le nom de la race, et le nom courant de l'espèce.

```
SELECT Animal.sexe, Race.nom, Espece.nom_courant, COUNT(*) AS nombre
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
INNER JOIN Race ON Animal.race_id = Race.id
WHERE Animal.sexe IS NOT NULL
GROUP BY Espece.nom_courant, Race.nom, sexe WITH ROLLUP;
```

Deux jointures sont nécessaires pour pouvoir afficher les noms des races et des espèces. Il suffit alors de ne pas oublier l'option `WITH ROLLUP` et de mettre les critères de regroupement dans le bon ordre pour avoir les super-agrégats voulus.

4. Quel serait le coût, par espèce et au total, de l'adoption de Parlotte, Spoutnik, Caribou, Cartouche, Cali, Canaille, Yoda, Zambo et Lulla ?

Petit indice, pour avoir le prix d'un animal selon que sa race soit définie ou non, vous pouvez utiliser une fonction que nous venons de voir au chapitre précédent.

```
SELECT Especе.nom_courant, SUM(COALESCE(Race.prix, Especе.prix)) AS somme
FROM Animal
INNER JOIN Especе ON Especе.id = Animal.especе_id
LEFT JOIN Race ON Race.id = Animal.race_id
WHERE Animal.nom IN ('Parlotte', 'Spoutnik', 'Caribou', 'Cartouche', 'Cali',
'Canaille', 'Yoda', 'Zambo', 'Lulla')
GROUP BY Especе.nom_courant WITH ROLLUP;
```

C'est ici la fonction `SUM()` qu'il fallait utiliser, puisqu'on veut le prix total par groupe. Sans oublier le `WITH ROLLUP` pour avoir également le prix total tous groupes confondus.
Quant au prix de chaque animal, c'est typiquement une situation où l'on peut utiliser `COALESCE()` !

Quatrième partie

Fonctions : manipuler les dates

Chapitre 24

Obtenir la date/l'heure actuelle

Avant de plonger tête la première dans les fonctions temporelles, il convient de faire un bref rappel sur les différents types de données temporelles, qui sont au nombre de cinq : `DATE`, `TIME`, `DATETIME`, `TIMESTAMP` et `YEAR`.
Ensuite, nous verrons avec quelles fonctions il est possible d'obtenir la date actuelle, l'heure actuelle, ou les deux.

Etat actuel de la base de données

Note : les tables de test ne sont pas reprises.

```
SET NAMES utf8;
```

```
DROP TABLE IF EXISTS Animal;
DROP TABLE IF EXISTS Race;
DROP TABLE IF EXISTS Espece;


CREATE TABLE Espece (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  nom_courant varchar(40) NOT NULL,
  nom_latin varchar(40) NOT NULL,
  description text,
  prix decimal(7,2) unsigned DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (id),
  UNIQUE KEY nom_latin (nom_latin)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=6 DEFAULT CHARSET=latin1;

LOCK TABLES Espece WRITE;
INSERT INTO Espece VALUES (1,'Chien','Canis canis','Bestiole à quatre pattes
qui aime les caresses et tire souvent la langue',200.00),(2,'Chat','Felis
silvestris','Bestiole à quatre pattes qui saute très haut et grimpe aux
arbres',150.00),(3,'Tortue d''Hermann','Testudo hermanni','Bestiole avec une
carapace très dure',140.00),
(4,'Perroquet amazone','Alipiopsitta xanthops','Joli oiseau parleur vert et
jaune',700.00),(5,'Rat brun','Rattus norvegicus','Petite bestiole avec de
longues moustaches et une longue queue sans poils',10.00);
UNLOCK TABLES;


CREATE TABLE Race (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  nom varchar(40) NOT NULL,
  espece_id smallint(6) unsigned NOT NULL,
  description text,
  prix decimal(7,2) unsigned DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (id)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=10 DEFAULT CHARSET=latin1;

LOCK TABLES Race WRITE;
INSERT INTO Race VALUES (1,'Berger allemand',1,'Chien sportif et élégant au
pelage dense, noir-marron-fauve, noir ou gris.',485.00),(2,'Berger blanc
suisse',1,'Petit chien au corps compact, avec des pattes courtes mais bien
proportionnées et au pelage tricolore ou bicolore.',935.00),
(3,'Singapura',2,'Chat de petite taille aux grands yeux en amandes.',985.00),
(4,'Bleu russe',2,'Chat aux yeux verts et à la robe épaisse et
argentée.',835.00),(5,'Maine coon',2,'Chat de grande taille, à poils mi-
longs.',735.00),(7,'Sphynx',2,'Chat sans poils.',1235.00),
(8,'Nebelung',2,'Chat bleu russe, mais avec des poils longs...',985.00),
(9,'Rottweiller',1,'Chien d''apparence solide, bien musclé, à la robe noire
avec des taches feu bien délimitées.',600.00);
UNLOCK TABLES;


CREATE TABLE Animal (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  sexe char(1) DEFAULT NULL,
  date_naissance datetime NOT NULL,
  nom varchar(30) DEFAULT NULL,
  commentaires text,
  espece_id smallint(6) unsigned NOT NULL,
  race_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  mere_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  pere_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (id),
```

```
  UNIQUE KEY ind_uni_nom_espece_id (nom,espece_id)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=63 DEFAULT CHARSET=utf8;

LOCK TABLES Animal WRITE;
INSERT INTO Animal VALUES (1,'M','2010-04-05 13:43:00','Rox','Mordille
beaucoup',1,1,18,22),(2,NULL,'2010-03-24 02:23:00','Roucky',NULL,2,NULL,40,30),
(3,'F','2010-09-13 15:02:00','Schtroumpfette',NULL,2,4,41,31),
(4,'F','2009-08-03 05:12:00',NULL,'Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL),(5,NULL,'2010-10-03 16:44:00','Choupi','Né sans oreille
gauche',2,NULL,NULL,NULL),(6,'F','2009-06-13 08:17:00','Bobosse','Carapace
bizarre',3,NULL,NULL,NULL),
(7,'F','2008-12-06 05:18:00','Caroline',NULL,1,2,NULL,NULL),(8,'M','2008-09-11
15:38:00','Bagherra',NULL,2,5,NULL,NULL),(9,NULL,'2010-08-23
05:18:00',NULL,'Bestiole avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),
(10,'M','2010-07-21 15:41:00','Bobo',NULL,1,NULL,7,21),(11,'F','2008-02-20
15:45:00','Canaille',NULL,1,NULL,NULL,NULL),(12,'F','2009-05-26
08:54:00','Cali',NULL,1,2,NULL,NULL),
(13,'F','2007-04-24 12:54:00','Rouquine',NULL,1,1,NULL,NULL),
(14,'F','2009-05-26 08:56:00','Fila',NULL,1,2,NULL,NULL),(15,'F','2008-02-20
15:47:00','Anya',NULL,1,NULL,NULL,NULL),
(16,'F','2009-05-26 08:50:00','Louya',NULL,1,NULL,NULL,NULL),
(17,'F','2008-03-10 13:45:00','Welva',NULL,1,NULL,NULL,NULL),
(18,'F','2007-04-24 12:59:00','Zira',NULL,1,1,NULL,NULL),
(19,'F','2009-05-26 09:02:00','Java',NULL,1,2,NULL,NULL),(20,'M','2007-04-24
12:45:00','Balou',NULL,1,1,NULL,NULL),(21,'F','2008-03-10
13:43:00','Pataude',NULL,1,NULL,NULL,NULL),
(22,'M','2007-04-24 12:42:00','Bouli',NULL,1,1,NULL,NULL),(24,'M','2007-04-12
05:23:00','Cartouche',NULL,1,NULL,NULL,NULL),(25,'M','2006-05-14
15:50:00','Zambo',NULL,1,1,NULL,NULL),
(26,'M','2006-05-14 15:48:00','Samba',NULL,1,1,NULL,NULL),(27,'M','2008-03-10
13:40:00','Moka',NULL,1,NULL,NULL,NULL),(28,'M','2006-05-14
15:40:00','Pilou',NULL,1,1,NULL,NULL),
(29,'M','2009-05-14 06:30:00','Fiero',NULL,2,3,NULL,NULL),(30,'M','2007-03-12
12:05:00','Zonko',NULL,2,5,NULL,NULL),(31,'M','2008-02-20
15:45:00','Filou',NULL,2,4,NULL,NULL),
(32,'M','2009-07-26 11:52:00','Spoutnik',NULL,3,NULL,52,NULL),
(33,'M','2006-05-19 16:17:00','Caribou',NULL,2,4,NULL,NULL),(34,'M','2008-04-20
03:22:00','Capou',NULL,2,5,NULL,NULL),
(35,'M','2006-05-19 16:56:00','Raccou','Pas de queue depuis la
naissance',2,4,NULL,NULL),(36,'M','2009-05-14
06:42:00','Boucan',NULL,2,3,NULL,NULL),(37,'F','2006-05-19
16:06:00','Callune',NULL,2,8,NULL,NULL),
(38,'F','2009-05-14 06:45:00','Boule',NULL,2,3,NULL,NULL),(39,'F','2008-04-20
03:26:00','Zara',NULL,2,5,NULL,NULL),(40,'F','2007-03-12
12:00:00','Milla',NULL,2,5,NULL,NULL),
(41,'F','2006-05-19 15:59:00','Feta',NULL,2,4,NULL,NULL),(42,'F','2008-04-20
03:20:00','Bilba','Sourde de l''oreille droite à 80%',2,5,NULL,NULL),
(43,'F','2007-03-12 11:54:00','Cracotte',NULL,2,5,NULL,NULL),
(44,'F','2006-05-19 16:16:00','Cawette',NULL,2,8,NULL,NULL),(45,'F','2007-04-01
18:17:00','Nikki','Bestiole avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),
(46,'F','2009-03-24 08:23:00','Tortilla','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL),
(47,'F','2009-03-26 01:24:00','Scroupy','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL),(48,'F','2006-03-15 14:56:00','Lulla','Bestiole avec
une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),(49,'F','2008-03-15
12:02:00','Dana','Bestiole avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),
(50,'F','2009-05-25 19:57:00','Cheli','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL),(51,'F','2007-04-01 03:54:00','Chicaca','Bestiole avec
une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),(52,'F','2006-03-15
14:26:00','Redbul','Insomniaque',3,NULL,NULL,NULL),
(54,'M','2008-03-16 08:20:00','Bubulle','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL),(55,'M','2008-03-15
18:45:00','Relou','Surpoids',3,NULL,NULL,NULL),(56,'M','2009-05-25
```

```
18:54:00','Bulbizard','Bestiole avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),
(57,'M','2007-03-04 19:36:00','Safran','Coco veut un gâteau
!',4,NULL,NULL,NULL),(58,'M','2008-02-20 02:50:00','Gingko','Coco veut un
gâteau !',4,NULL,NULL,NULL),(59,'M','2009-03-26 08:28:00','Bavard','Coco veut
un gâteau !',4,NULL,NULL,NULL),
(60,'F','2009-03-26 07:55:00','Parlotte','Coco veut un gâteau
!',4,NULL,NULL,NULL),(61,'M','2010-11-09 00:00:00','Yoda',NULL,2,5,NULL,NULL),
(62,'M','2010-11-05 00:00:00','Pipo',NULL,1,9,NULL,NULL);
UNLOCK TABLES;


ALTER TABLE Race ADD CONSTRAINT fk_race_espece_id FOREIGN KEY (espece_id)
REFERENCES Espece (id) ON DELETE CASCADE;

ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_race_id FOREIGN KEY (race_id) REFERENCES
Race (id) ON DELETE SET NULL;
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_espece_id FOREIGN KEY (espece_id)
REFERENCES Espece (id);
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_mere_id FOREIGN KEY (mere_id) REFERENCES
Animal (id) ON DELETE SET NULL;
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_pere_id FOREIGN KEY (pere_id) REFERENCES
Animal (id) ON DELETE SET NULL;
```

Rappels

Nous allons rapidement revoir les cinq types de données temporelles disponibles pour MySQL. Pour plus de détails, je vous renvoie au chapitre consacré à ceux-ci, ou à la documentation officielle.

Date

On peut manipuler une date (jour, mois, année) avec le type `DATE`. Ce type représente la date sous forme de chaîne de caractères `'AAAA-MM-JJ'` (A = année, M = mois, J = jour). Par exemple : le 21 octobre 2011 sera représenté `'2011-10-21'`.
Lorsque l'on crée une donnée de type `DATE`, on peut le faire avec une multitude de formats différents, que MySQL convertira automatiquement. Il suffit de donner l'année (en deux ou quatre chiffres), suivie du mois (deux chiffres) puis du jour (deux chiffres). Avec une chaîne de caractères, n'importe quel caractère de ponctuation (ou aucun caractère) peut être utilisé pour séparer

l'année du mois et le mois du jour. On peut aussi utiliser un nombre entier pour initialiser une date (pour autant qu'il ait du sens en tant que date bien sûr).
MySQL supporte des `DATE` allant de `'1001-01-01'` à `'9999-12-31'`.

Heure

Pour une heure, ou une durée, on utilise le type `TIME`, qui utilise également une chaîne de caractères pour représenter l'heure : `'[H]HH:MM:SS'` (H = heures, M = minutes, S = secondes).
MySQL supporte des `TIME` allant de `'-838:59:59'` à `'838:59:59'`. Ce n'est en effet pas limité à 24h, puisqu'il est possible de stocker des durées.
Pour créer un `TIME`, on donne d'abord les heures, puis les minutes, puis les secondes, avec : entre chaque donnée. On peut éventuellement aussi spécifier un nombre de jours avant les heures (suivi cette fois d'une espace, et non d'un :) : `'J HH:MM:SS'`.

Date et heure

Sans surprise, `DATETIME` est le type de données représentant une date et une heure, toujours stockées sous forme de chaîne de caractères : `'AAAA-MM-JJ HH:MM:SS'`. Les heures doivent ici être comprises entre 00 et 23, puisqu'il ne peut plus s'agir d'une durée.
Comme pour `DATE`, l'important dans `DATETIME` est l'ordre des données : année, mois, jour, heures, minutes, secondes ; chacune avec deux chiffres, sauf l'année pour laquelle on peut aussi donner quatre chiffres. Cela peut être un nombre entier, ou une chaîne de caractères, auquel cas les signes de ponctuation entre chaque partie du `DATETIME` importent peu.
MySQL supporte des `DATETIME` allant de `'1001-01-01 00:00:00'` à `'9999-12-31 23:59:59'`.

Timestamp

Le timestamp d'une date est le nombre de secondes écoulées depuis le 1er janvier 1970, 0h0min0s (TUC) et la date en question. Mais attention, ce qui est stocké par MySQL dans une donnée de type `TIMESTAMP` n'est pas ce nombre de secondes, mais bien la date, sous format numérique : `AAAAMMJJHHMMSS` (contrairement à `DATE`, `TIME` et `DATETIME` qui utilisent des chaînes de caractères).
Un timestamp est limité aux dates allant du 1er janvier 1970 00h00min00s au 19 janvier 2038 03h14min07s.

Année

Le dernier type temporel est `YEAR`, qui stocke une année sous forme d'entier. Nous n'en parlerons pas beaucoup dans cette partie.
`YEAR` peut contenir des années comprises entre 1901 et 2155.

Date actuelle

Il existe deux fonctions permettant d'avoir la date actuelle (juste la date, sans l'heure, donc au format `DATE`) :

- `CURDATE()` ;
- **`CURRENT_DATE`**`()`, qui peut également s'utiliser sans parenthèses, comme plusieurs autres fonctions temporelles.

```
SELECT CURDATE(), CURRENT_DATE(), CURRENT_DATE;
```

CURDATE()	CURRENT_DATE()	CURRENT_DATE
2011-10-25	2011-10-25	2011-10-25

Heure actuelle

À nouveau, deux fonctions existent, extrêmement similaires aux fonctions permettant d'avoir la date actuelle. Il suffit en effet de remplacer `DATE` par `TIME` dans le nom de la fonction.

```
SELECT CURTIME(), CURRENT_TIME(), CURRENT_TIME;
```

CURTIME()	CURRENT_TIME()	CURRENT_TIME
18:04:20	18:04:20	18:04:20

Date et heure actuelles

Les fonctions

Pour obtenir la date et l'heure actuelles (format `DATETIME`), c'est Byzance : vous avez le choix entre cinq fonctions différentes !

NOW() et SYSDATE()

`NOW()` est sans doute la fonction MySQL la plus utilisée pour obtenir la date du jour. C'est aussi la plus facile à retenir (bien que les noms des fonctions soient souvent explicites en SQL), puisque *now* veut dire "maintenant" en anglais. `SYSDATE()` ("system date") est aussi pas mal utilisée.

```
SELECT NOW(), SYSDATE();
```

NOW()	SYSDATE()
2011-10-26 09:40:18	2011-10-26 09:40:18

Et les autres

Les trois autres fonctions peuvent s'utiliser avec ou sans parenthèses.

- `CURRENT_TIMESTAMP` ou **`CURRENT_TIMESTAMP()`**
- `LOCALTIME` ou **`LOCALTIME()`**
- `LOCALTIMESTAMP` ou **`LOCALTIMESTAMP()`**

```
SELECT LOCALTIME, CURRENT_TIMESTAMP(), LOCALTIMESTAMP;
```

LOCALTIME	CURRENT_TIMESTAMP()	LOCALTIMESTAMP
2011-10-26 10:02:31	2011-10-26 10:02:31	2011-10-26 10:02:31

Qui peut le plus, peut le moins

Il est tout à fait possible d'utiliser une des fonctions donnant l'heure et la date pour remplir une colonne de type `DATE`, ou de type `TIME`. MySQL convertira simplement le `DATETIME` en `DATE`, ou en `TIME`, en supprimant la partie inutile.

Exemple

Créons une table de test simple, avec juste trois colonnes. Une de type `DATE`, une de type `TIME`, une de type `DATETIME`. On peut voir que l'insertion d'une ligne en utilisant `NOW()` pour les trois colonnes donne le résultat attendu.

```
-- Création d'une table de test toute simple
CREATE TABLE testDate (
    dateActu DATE,
    timeActu TIME,
    datetimeActu DATETIME
);

INSERT INTO testDate VALUES (NOW(), NOW(), NOW());

SELECT *
FROM testDate;
```

dateActu	timeActu	datetimeActu
2011-10-26	11:22:10	2011-10-26 11:22:10

Timestamp Unix

Il existe encore une fonction qui peut donner des informations sur la date et l'heure actuelle, sous forme de timestamp Unix ; ce qui est donc le nombre de secondes écoulées depuis le premier janvier 1970, à 00:00:00. Il s'agit de `UNIX_TIMESTAMP()`.
Je vous la donne au cas où, mais j'espère que vous ne vous en servirez pas pour stocker vos dates sous forme d'`INT` avec un timestamp Unix !

```
SELECT UNIX_TIMESTAMP();
```

UNIX_TIMESTAMP()
1319621754

En résumé

- La date du jour peut s'obtenir avec `CURDATE()` et **`CURRENT_DATE`**`()`.
- L'heure actuelle peut s'obtenir avec `CURTIME()` et **`CURRENT_TIME`**`()`.
- L'heure et la date actuelles peuvent s'obtenir avec `NOW()`, `SYSDATE()`, **`LOCALTIME`**`()`, **`CURRENT_TIMESTAMP`**`()`, **`LOCALTIMESTAMP`**`()`.
- On peut insérer un `DATETIME` dans une colonne `DATE` ou `TIME`. MySQL ôtera la partie inutile.

Chapitre 25

Formater une donnée temporelle

Lorsque l'on tombe sur quelqu'un qui a fait le (mauvais) choix de stocker ses dates sous forme de chaînes de caractères, et qu'on lui demande les raisons de son choix, celle qui revient le plus souvent est qu'il ne veut pas afficher ses dates sous la forme `'AAAA-MM-JJ'`. Donc il les stocke sous forme de `CHAR` ou `VARCHAR 'JJ/MM/AAAA'` par exemple, ou n'importe quel format de son choix.
Malheureusement, en faisant ça, il se prive des nombreux avantages des formats temporels SQL (en particulier toutes les fonctions que nous voyons dans cette partie), et cela pour rien, car SQL dispose de puissantes fonctions permettant de formater une donnée temporelle. C'est donc ce que nous allons voir dans ce chapitre.

Extraire une information précise

Commençons en douceur avec des fonctions permettant d'extraire une information d'une donnée temporelle. Par exemple, le jour de la semaine, le nom du mois, l'année, etc.

Informations sur la date

Extraire la partie `DATE`

La fonction `DATE(datetime)` permet d'extraire la partie `DATE` d'une donnée de type `DATETIME` (ou `DATE` mais c'est moins utile…).

```
SELECT nom, date_naissance,
       DATE(date_naissance) AS uniquementDate
FROM Animal
WHERE espece_id = 4;
```

nom	date_naissance	uniquementDate
Safran	2007-03-04 19:36:00	2007-03-04
Ginkgo	2008-02-20 02:50:00	2008-02-20
Bayard	2009-03-26 08:28:00	2009-03-26
Parlotte	2009-03-26 07:55:00	2009-03-26

Le jour

Les fonctions suivantes donnent des informations sur le jour :

- `DAY(date)` ou `DAYOFMONTH(date)` : donne le jour du mois (sous forme de nombre entier de 1 à 31) ;
- `DAYOFWEEK(date)` : donne l'index du jour de la semaine (nombre de 1 à 7 avec 1 = dimanche, 2 = lundi,…7 = samedi) ;
- `WEEKDAY(date)` : donne aussi l'index du jour de la semaine, de manière un peu différente (nombre de 0 à 6 avec 0 = lundi, 1

= mardi,...6 = dimanche) ;

- `DAYNAME(date)` : donne le nom du jour de la semaine ;
- `DAYOFYEAR(date)` : retourne le numéro du jour par rapport à l'année (de 1 à 366 donc).

Exemples :

```
SELECT nom, DATE(date_naissance) AS date_naiss,
        DAY(date_naissance) AS jour,
        DAYOFMONTH(date_naissance) AS jour,
        DAYOFWEEK(date_naissance) AS jour_sem,
        WEEKDAY(date_naissance) AS jour_sem2,
        DAYNAME(date_naissance) AS nom_jour,
        DAYOFYEAR(date_naissance) AS jour_annee
FROM Animal
WHERE espece_id = 4;
```

nom	date_naiss	jour	jour	jour_sem	jour_sem2	nom_jour	jour_annee
Safran	2007-03-04	4	4	1	6	Sunday	63
Gingko	2008-02-20	20	20	4	2	Wednesday	51
Bavard	2009-03-26	26	26	5	3	Thursday	85
Parlotte	2009-03-26	26	26	5	3	Thursday	85

Tout ça fonctionne très bien, mais ce serait encore mieux si l'on pouvait avoir le nom des jours en français plutôt qu'en anglais. Aucun problème, il suffit de le demander, en exécutant la requête suivante :

```
SET lc_time_names = 'fr_FR';
```

Et voilà le travail :

```
SELECT nom, date_naissance,
        DAYNAME(date_naissance) AS jour_semaine
FROM Animal
WHERE espece_id = 4;
```

nom	date_naissance	jour_semaine
Safran	2007-03-04 10:36:00	dimanche
Gingko	2008-02-20 02:50:00	mercredi
Bavard	2009-03-26 08:28:00	jeudi
Parlotte	2009-03-26 07:55:00	jeudi

La semaine

À partir d'une date, il est possible de calculer la semaine à laquelle correspond celle-ci. S'agit-il de la première semaine de l'année ? De la quinzième ? Ceci peut être obtenu grâce à trois fonctions : `WEEK(date)`, `WEEKOFYEAR(date)` et `YEARWEEK(date)`.

- `WEEK(date)` : donne uniquement le numéro de la semaine (un nombre entre 0 et 53, puisque 7 x 52 = 364, donc en un an, il y a 52 semaines et 1 ou 2 jours d'une 53e semaine).
- `WEEKOFYEAR(date)` : donne uniquement le numéro de la semaine (un nombre entre 1 et 53).
- `YEARWEEK(date)` : donne également l'année.

```
SELECT nom, date_naissance, WEEK(date_naissance) AS semaine,
WEEKOFYEAR(date_naissance) AS semaine2, YEARWEEK(date_naissance) AS
semaine_annee
FROM Animal
WHERE espece_id = 4;
```

nom	date_naissance	semaine	semaine2	semaine_annee
Safran	2007-03-04 19:36:00	9	9	200709
Gingko	2008-02-20 02:50:00	7	8	200807
Bavard	2009-03-26 08:28:00	12	13	200912
Parlotte	2009-03-26 07:55:00	12	13	200912

`WEEK()` et `YEARWEEK()` peuvent également accepter un deuxième argument, qui sert à spécifier si la semaine doit commencer le lundi ou le dimanche, et ce qu'on considère comme la première semaine de l'année. Selon l'option utilisée par `WEEK()`, le résultat de cette fonction peut donc différer de celui de `WEEKOFYEAR()`. Si ces options vous intéressent, je vous invite à aller vous renseigner dans la documentation officielle.

Le mois

Pour le mois, il existe deux fonctions : `MONTH(date)` qui donne le numéro du mois (nombre de 1 à 12) et `MONTHNAME(date)` qui donne le nom du mois.

```
SELECT nom, date_naissance, MONTH(date_naissance) AS numero_mois,
```

```
MONTHNAME(date_naissance) AS nom_mois
FROM Animal
WHERE espece_id = 4;
```

nom	date_naissance	numero_mois	nom_mois
Safran	2007-03-04 19:36:0	3	mars
Gingko	2008-02-20 02:50:0	2	février
Bavard	2009-03-26 08:28:0	3	mars
Parlotte	2009-03-26 07:55:0	3	mars

L'année

Enfin, la fonction `YEAR(date)` extrait l'année.

```
SELECT nom, date_naissance, YEAR(date_naissance)
FROM Animal
WHERE espece_id = 4;
```

nom	date_naissance	YEAR(date_naissance)
Safran	2007-03-04 19:36:00	2007
Gingko	2008-02-20 02:50:00	2008
Bavard	2009-03-26 08:28:00	2009
Parlotte	2009-03-26 07:55:00	2009

Informations sur l'heure

En ce qui concerne l'heure, voici quatre fonctions intéressantes (et faciles à retenir) qui s'appliquent à une donnée de type `DATETIME` ou `TIME`:

- `TIME(datetime)` : qui extrait l'heure complète (le `TIME`) ;
- `HOUR(heure)` : qui extrait l'heure ;
- `MINUTE(heure)` : qui extrait les minutes ;
- `SECOND(heure)` : qui extrait les secondes.

```
SELECT nom, date_naissance,
       TIME(date_naissance) AS time_complet,
       HOUR(date_naissance) AS heure,
       MINUTE(date_naissance) AS minutes,
       SECOND(date_naissance) AS secondes
FROM Animal
WHERE espece_id = 4;
```

nom	date_naissance	time complet	heure	minutes	secondes
Safran	2007-03-04 19:36:00	19:36:00	19	36	0
Gingko	2008-02-20 02:50:00	02:50:00	2	50	0
Bavard	2009-03-26 08:28:00	08:28:00	8	28	0
Parlotte	2009-03-26 07:55:00	07:55:00	7	55	0

Formater une date facilement

Avec les fonctions que nous venons de voir, vous êtes maintenant capables d'afficher une date dans un joli format, par exemple "le lundi 8 novembre 1987".

```
SELECT nom, date_naissance, CONCAT_WS(' ', 'le', DAYNAME(date_naissance),
DAY(date_naissance), MONTHNAME(date_naissance), YEAR(date_naissance)) AS
jolie_date
FROM Animal
WHERE espece_id = 4;
```

nom	date_naissance	jolie_date
Safran	2007-03-04 19:36:00	le dimanche 4 mars 2007
Gingko	2008-02-20 02:50:00	le mercredi 20 février 2008
Bavard	2009-03-26 08:28:00	le jeudi 26 mars 2009
Parlotte	2009-03-26 07:55:00	le jeudi 26 mars 2009

Cependant, il faut bien avouer que c'est un peu long à écrire. Heureusement, il existe une fonction qui va nous permettre de faire la même chose, en bien plus court : `DATE_FORMAT(date, format)`. Cette fonction `DATE_FORMAT()` a donc deux paramètres :

- date : la date à formater (`DATE`, `TIME` ou `DATETIME`) ;
- format : le format voulu.

Format

Le format à utiliser doit être donné sous forme de chaîne de caractères. Cette chaîne peut contenir un ou plusieurs spécificateurs dont les plus courants sont listés dans le tableau suivant.

Spécificateur	Description
%d	Jour du mois (nombre à deux chiffres, de 00 à 31)
%e	Jour du mois (nombre à un ou deux chiffres, de 0 à 31)
%D	Jour du mois, avec suffixe (1rst, 2nd,…, 31th) **en anglais**
%w	Numéro du jour de la semaine (dimanche = 0, … samedi = 6)
%W	Nom du jour de la semaine
%a	Nom du jour de la semaine en abrégé
%m	Mois (nombre de deux chiffres, de 00 à 12)
%c	Mois (nombre de un ou deux chiffres, de 0 à 12)
%M	Nom du mois
%b	Nom du mois en abrégé
%y	Année, sur deux chiffres
%Y	Année, sur quatre chiffres
%r	Heure complète, format 12h (hh:mm:ss AM/PM)
%T	Heure complète, format 24h (hh:mm:ss)
%h	Heure sur deux chiffres et sur 12 heures (de 00 à 12)
%H	Heure sur deux chiffres et sur 24 heures (de 00 à 23)
%l	Heure sur un ou deux chiffres et sur 12 heures (de 0 à 12)
%k	Heure sur un ou deux chiffres et sur 24 heures (de 0 à 23)
%i	Minutes (de 00 à 59)
%s ou %S	Secondes (de 00 à 59)
%p	AM/PM

Tous les caractères ne faisant pas partie d'un spécificateur sont simplement recopiés tels quels.

Exemples

Même résultat que précédemment…

…Avec une requête bien plus courte :

```
SELECT nom, date_naissance, DATE_FORMAT(date_naissance, 'le %W %e %M %Y') AS
jolie_date
FROM Animal
WHERE espece_id = 4;
```

nom	date_naissance	jolie_date
Safran	2007-03-04 19:36:00	le dimanche 4 mars 2007
Gingko	2008-02-20 02:50:00	le mercredi 20 février 2008
Bavard	2009-03-26 08:28:00	le jeudi 26 mars 2009
Parlotte	2009-03-26 07:55:00	le jeudi 26 mars 2009

Autres exemples

Attention à bien échapper les guillemets éventuels dans la chaîne de caractères du format.

```
SELECT DATE_FORMAT(NOW(), 'Nous sommes aujourd''hui le %d %M de l''année %Y. Il
est actuellement %l heures et %i minutes.') AS Top_date_longue;

SELECT DATE_FORMAT(NOW(), '%d %b. %y - %r') AS Top_date_courte;
```

Top_date_longue
Nous sommes aujourd'hui le 27 octobre de l'année 2011. Il est actuellement 3 heures et 17 minutes.

Top_date_courte
27 oct. 11 - 03:34:40 PM

Fonction supplémentaire pour l'heure

`DATE_FORMAT()` peut s'utiliser sur des données de type `DATE`, `TIME` ou `DATETIME`. Mais il existe également une fonction `TIME_FORMAT(heure, format)`, qui ne sert qu'à formater les heures (et ne doit donc pas s'utiliser sur une `DATE`). Elle s'utilise exactement de la même manière, simplement il faut y utiliser des spécificateurs ayant du sens pour une donnée `TIME`, sinon `NULL` ou `0` est renvoyé.
Si un mauvais format de `TIME` ou `DATETIME` est donné à `TIME_FORMAT()` (par exemple, si on lui donne une DATE), MySQL va tenter d'interpréter la donnée et renverra bien un résultat, mais celui-ci n'aura peut-être pas beaucoup de sens (pour vous du moins).
Exemples :

```
-- Sur une DATETIME
SELECT TIME_FORMAT(NOW(), '%r') AS sur_datetime,
       TIME_FORMAT(CURTIME(), '%r') AS sur_time,
       TIME_FORMAT(NOW(), '%M %r') AS mauvais_specificateur,
       TIME_FORMAT(CURDATE(), '%r') AS sur_date;
```

sur_datetime	sur_time	mauvais_specificateur	sur_date
10:58:47 AM	10:58:47 AM	NULL	12:20:12 AM

L'application de `TIME_FORMAT()` sur `CURDATE()` a renvoyé un avertissement :

Level	Code	Message
Warning	1292	Truncated incorrect time value: '2012-04-30'

Formats standards

Il existe un certain nombre de formats de date et d'heure standards, prédéfinis, que l'on peut utiliser dans la fonction `DATE_FORMAT()`.
Pour obtenir ces formats, il faut appeler la fonction `GET_FORMAT(type, standard)`.
Le paramètre type doit être choisi entre les trois types de données : `DATE`, `TIME` et `DATETIME`.
Il existe cinq formats standards :

- `'EUR'`

- 'USA'
- 'ISO'
- 'JIS'
- 'INTERNAL'

Voici un tableau reprenant les différentes possibilités :

Fonction	Format	Exemple
GET_FORMAT(DATE,'USA')	'%m.%d.%Y'	10.30.1988
GET_FORMAT(DATE,'JIS')	'%Y-%m-%d'	1988-10-30
GET_FORMAT(DATE,'ISO')	'%Y-%m-%d'	1988-10-30
GET_FORMAT(DATE,'EUR')	'%d.%m.%Y'	30.10.1988
GET_FORMAT(DATE,'INTERNAL')	'%Y%m%d'	19881031
GET_FORMAT(DATETIME,'USA')	'%Y-%m-%d %H.%i.%s'	1988-10-30 13.44.33
GET_FORMAT(DATETIME,'JIS')	'%Y-%m-%d %H:%i:%s'	1988-10-30 13:44:33
GET_FORMAT(DATETIME,'ISO')	'%Y-%m-%d %H:%i:%s'	1988-10-30 13:44:33
GET_FORMAT(DATETIME,'EUR')	'%Y-%m-%d %H.%i.%s'	1988-10-30 13.44.33
GET_FORMAT(DATETIME,'INTERNAL')	'%Y%m%d%H%i%s'	19881030134433
GET_FORMAT(TIME,'USA')	'%h:%i:%s %p'	1:44:33 PM
GET_FORMAT(TIME,'JIS')	'%H:%i:%s'	13:44:33
GET_FORMAT(TIME,'ISO')	'%H:%i:%s'	13:44:33
GET_FORMAT(TIME,'EUR')	'%H.%i.%S'	13.44.33
GET_FORMAT(TIME,'INTERNAL')	'%H%i%s'	134433

Exemples :

```
SELECT DATE_FORMAT(NOW(), GET_FORMAT(DATE, 'EUR')) AS date_eur,
       DATE_FORMAT(NOW(), GET_FORMAT(TIME, 'JIS')) AS heure_jis,
       DATE_FORMAT(NOW(), GET_FORMAT(DATETIME, 'USA')) AS date_heure_usa;
```

29.04.2012	11:20:55	2012-04-29 11.20.55

Créer une date à partir d'une chaîne de caractères

Voici une dernière fonction ayant trait au format des dates : `STR_TO_DATE(date, format)`. Cette fonction est l'exact contraire de `DATE_FORMAT()` : elle prend une chaîne de caractères représentant une date suivant le format donné, et renvoie la `DATETIME` correspondante.
Exemples :

```
SELECT STR_TO_DATE('03/04/2011 à 09h17', '%d/%m/%Y à %Hh%i') AS StrDate,
       STR_TO_DATE('15blabla', '%Hblabla') StrTime;
```

StrDate	StrTime
2011-04-03 09:17:00	15:00:00

Il est bien sûr possible d'utiliser `GET_FORMAT()` aussi avec `STR_TO_DATE()`.

```
SELECT STR_TO_DATE('11.21.2011', GET_FORMAT(DATE, 'USA')) AS date_usa,
       STR_TO_DATE('12.34.45', GET_FORMAT(TIME, 'EUR')) AS heure_eur,
       STR_TO_DATE('20111027133056', GET_FORMAT(TIMESTAMP, 'INTERNAL')) AS
date_heure_int;
```

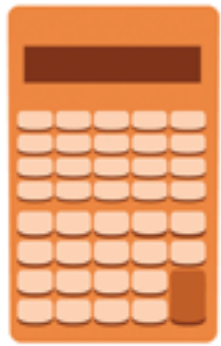
date_usa	heure_eur	date_heure_int
2011-11-21	12:34:45	2011-10-27 13:30:56

En résumé

- De nombreuses fonctions permettent d'extraire un élément précis à partir d'une donnée temporelle : `HOUR()` permet d'extraire l'heure, `YEAR()` extrait l'année,…
- On peut formater une donnée temporelle facilement en utilisant `DATE_FORMAT()` et `TIME_FORMAT()` avec des spécificateurs : "*%M*" représente le nom du mois, "*%i*" les minutes,…
- Il existe cinq formats de date standard : EUR, ISO, USA, JIS et INTERNAL.
- Pour que les noms des jours et des mois soient donnés en français, il faut exécuter cette commande : `SET lc_time_names = 'fr_FR';`
- Lorsque l'on a une donnée temporelle dans un format particulier, on peut la transformer en `DATE`, `TIME` ou `DATETIME` avec `STR_TO_FORMAT()`, qui utilise les mêmes spécificateurs que `DATE_FORMAT()` et `TIME_FORMAT()`.

Chapitre 26

Calculs sur les données temporelles



Il est fréquent de vouloir faire des calculs sur des données temporelles. Par exemple, pour calculer le nombre de jours ou d'heures entre deux dates, pour ajouter une certaine durée à une donnée en cas de calcul d'échéance, etc.
Pour ce faire, on peut soit se lancer dans des calculs compliqués en convertissant des jours en heures, des heures en jours, des minutes en secondes ; soit utiliser les fonctions SQL prévues à cet effet. Je vous laisse deviner quelle solution est la meilleure…
Nous allons donc voir dans ce chapitre comment :

- calculer la différence entre deux données temporelles ;
- ajouter un intervalle de temps à une donnée temporelle ;
- convertir une donnée horaire en un nombre de secondes ;

- et d'autres petites choses bien utiles.

Différence entre deux dates/heures

Trois fonctions permettent de calculer le temps écoulé entre deux données temporelles :

- `DATEDIFF()` : qui donne un résultat en nombre de jours ;
- `TIMEDIFF()` : qui donne un résultat sous forme de `TIME` ;
- `TIMESTAMPDIFF()` : qui donne le résultat dans l'unité de temps souhaitée (heure, secondes, mois,…).

DATEDIFF()

`DATEDIFF(date1, date2)` peut s'utiliser avec des données de type `DATE` ou `DATETIME` (dans ce dernier cas, seule la partie date est utilisée).
Les trois requêtes suivantes donnent donc le même résultat.

```
SELECT DATEDIFF('2011-12-25','2011-11-10') AS nb_jours;
SELECT DATEDIFF('2011-12-25 22:12:18','2011-11-10 12:15:41') AS nb_jours;
SELECT DATEDIFF('2011-12-25 22:12:18','2011-11-10') AS nb_jours;
```

nb_jours
45

TIMEDIFF()

La fonction `TIMEDIFF(expr1, expr2)` calcule la durée entre *expr1* et *expr2*. Les deux arguments doivent être de même type, soit `TIME`, soit `DATETIME`.

```
-- Avec des DATETIME
SELECT '2011-10-08 12:35:45' AS datetime1, '2011-10-07 16:00:25' AS datetime2,
TIMEDIFF('2011-10-08 12:35:45', '2011-10-07 16:00:25') as difference;

-- Avec des TIME
SELECT '12:35:45' AS time1, '00:00:25' AS time2, TIMEDIFF('12:35:45',
```

```
'00:00:25') as difference;
```

datetime1	datetime2	difference
2011-10-08 12:35:45	2011-10-07 16:00:25	20:35:20

time1	time2	difference
12:35:45	00:00:25	12:35:20

TIMESTAMPDIFF()

La fonction `TIMESTAMPDIFF()` prend, quant à elle, un paramètre supplémentaire : l'unité de temps désirée pour le résultat. Les unités autorisées comprennent : `SECOND` (secondes), `MINUTE` (minutes), `HOUR` (heures), `DAY` (jours), `WEEK` (semaines), `MONTH` (mois), `QUARTER` (trimestres) et `YEAR` (années).
`TIMESTAMPDIFF(unite, date1, date2)` s'utilise également avec des données de type `DATE` ou `DATETIME`. Si vous demandez un résultat comprenant une unité inférieure au jour (heure ou minute par exemple) et que l'une de vos données est de type `DATE`, MySQL complétera cette date avec l'heure par défaut `'00:00:00'`.

```
SELECT TIMESTAMPDIFF(DAY, '2011-11-10', '2011-12-25') AS nb_jours,
       TIMESTAMPDIFF(HOUR,'2011-11-10', '2011-12-25 22:00:00') AS
nb_heures_def,
       TIMESTAMPDIFF(HOUR,'2011-11-10 14:00:00', '2011-12-25 22:00:00') AS
nb_heures,
       TIMESTAMPDIFF(QUARTER,'2011-11-10 14:00:00', '2012-08-25 22:00:00') AS
nb_trimestres;
```

nb_jours	nb_heures_def	nb_heures	nb_trimestres
45	1102	1088	3

Ajout et retrait d'un intervalle de temps

Intervalle

Certaines des fonctions et opérations suivantes utilisent le mot-clé

`INTERVAL`, permettant de définir un intervalle de temps à ajouter ou à soustraire d'une date.
Un intervalle de temps est défini par une quantité et une unité ("3 jours" par exemple, "3" étant la quantité, "jour" l'unité). En MySQL, il existe une vingtaine d'unités possibles pour un `INTERVAL`, dont une partie est listée dans le tableau ci-dessous.

Unité	Format
SECOND	
MINUTE	
HOUR	
DAY	
WEEK	
MONTH	
YEAR	
YEAR_MONTH	'A-M'

Notez que, comme pour `DATE`, `DATETIME` et `TIME`, les signes de ponctuation séparant les différentes parties d'un intervalle ne doivent pas nécessairement être `'-'` pour la partie date et `':'` pour la partie heure. Il ne s'agit que de suggestions. N'importe quel signe de ponctuation (ou aucun) sera accepté.

Ajout d'un intervalle de temps

Trois fonctions permettent d'ajouter un intervalle de temps à une date (de type `DATE` ou `DATETIME`) :

- `ADDDATE()` : qui s'utilise avec un `INTERVAL` ou un nombre de jours.
- `DATE_ADD()` : qui s'utilise avec un `INTERVAL`.
- `TIMESTAMPADD()` : qui n'utilise pas d'`INTERVAL` mais un nombre plus limité d'unités de temps.

ADDDATE()

Cette fonction peut s'utiliser de deux manières : soit en précisant un intervalle de temps avec le mot-clé `INTERVAL`, soit en donnant un nombre de jours à ajouter à la date.

- `ADDDATE(date, INTERVAL quantite unite)`
- `ADDDATE(date, nombreJours)`

Exemples :

```
SELECT ADDDATE('2011-05-21', INTERVAL 3 MONTH) AS date_interval,

-- Avec DATE et INTERVAL
       ADDDATE('2011-05-21 12:15:56', INTERVAL '3 02:10:32' DAY_SECOND) AS
datetime_interval,
-- Avec DATETIME et INTERVAL
       ADDDATE('2011-05-21', 12) AS date_nombre_jours,

-- Avec DATE et nombre de jours
       ADDDATE('2011-05-21 12:15:56', 42) AS datetime_nombre_jours;

-- Avec DATETIME et nombre de jours
```

date_interval	datetime_interval	date_nombre_jours	datetime_nombre_jours
2011-08-21	2011-05-24 14:26:2	2011-06-02	2011-07-02 12:15:56

DATE_ADD()

`DATE_ADD(date, INTERVAL quantite unite)` s'utilise exactement de la même manière que `ADDDATE(date, INTERVAL quantite unite)`.
Exemples :

```
SELECT DATE_ADD('2011-05-21', INTERVAL 3 MONTH) AS avec_date,

-- Avec DATE
       DATE_ADD('2011-05-21 12:15:56', INTERVAL '3 02:10:32' DAY_SECOND) AS
avec_datetime;
-- Avec DATETIME
```

avec_date	avec_datetime
2011-08-21	2011-05-24 14:26:28

Opérateur `+`

Il est également possible d'ajouter un intervalle de temps à une date en utilisant simplement l'opérateur `+` et un `INTERVAL`. L'intervalle peut se trouver à droite ou à gauche du signe `+`.
Exemples :

```
SELECT '2011-05-21' + INTERVAL 5 DAY AS droite,
-- Avec DATE et intervalle à droite
       INTERVAL '3 12' DAY_HOUR + '2011-05-21 12:15:56' AS gauche;
-- Avec DATETIME et intervalle à gauche
```

droite	gauche
2011-05-26	2011-05-25 00:15:56

TIMESTAMPADD()

`TIMESTAMPADD(unite, quantite, date)` est un peu plus restreint que `DATE_ADD()` et `ADDDATE()`. En effet, cette fonction n'utilise pas d'`INTERVAL`. Il faut cependant définir une unité parmi les suivantes : `FRAC_SECOND`, `SECOND`, `MINUTE`, `HOUR`, `DAY`, `WEEK`, `MONTH`, `QUARTER`, et `YEAR`.

Exemple :

```
SELECT TIMESTAMPADD(DAY, 5, '2011-05-21') AS avec_date,
-- Avec DATE
       TIMESTAMPADD(MINUTE, 34, '2011-05-21 12:15:56') AS avec_datetime;
-- Avec DATETIME
```

avec_date	avec_datetime
2011-05-26	2011-05-21 12:49:56

ADDTIME()

La fonction `ADDTIME(expr1, expr2)` permet d'ajouter *expr2* (de type `TIME`) à *expr1* (de type `DATETIME` ou `TIME`). Le résultat sera du même type que *expr1*.

Exemples :

```
SELECT NOW() AS Maintenant, ADDTIME(NOW(), '01:00:00') AS DansUneHeure,

-- Avec un DATETIME
       CURRENT_TIME() AS HeureCourante, ADDTIME(CURRENT_TIME(), '03:20:02') AS
PlusTard;
-- Avec un TIME
```

Maintenant	DansUneHeure	HeureCourante	PlusTard
2012-04-29 12:08:3	2012-04-29 13:08:3	12:08:33	15:28:35

Soustraction d'un intervalle de

temps

SUBDATE(), DATE_SUB() et SUBTIME()

`SUBDATE()`, `DATE_SUB()` et `SUBTIME()` sont les équivalents de `ADDDATE()`, `DATE_ADD()` et `ADDTIME()` pour la soustraction. Elles s'utilisent exactement de la même manière.
Exemples :

```
SELECT SUBDATE('2011-05-21 12:15:56', INTERVAL '3 02:10:32' DAY_SECOND) AS
SUBDATE1,
       SUBDATE('2011-05-21', 12) AS SUBDATE2,
       DATE_SUB('2011-05-21', INTERVAL 3 MONTH) AS DATE_SUB;

SELECT SUBTIME('2011-05-21 12:15:56', '18:35:15') AS SUBTIME1,
       SUBTIME('12:15:56', '8:35:15') AS SUBTIME2;
```

SUBDATE1	SUBDATE2	DATE_SUB
2011-05-18 10:05:24	2011-05-09	2011-02-21

SUBTIME1	SUBTIME2
2011-05-20 17:40:41	03:40:41

Opérateur -

Tout comme l'opérateur `+` peut s'utiliser pour ajouter un intervalle de temps, il est possible d'utiliser l'opérateur `-` pour en soustraire un. Cependant, pour la soustraction, la date doit impérativement se trouver à gauche du signe `-`, et l'intervalle à droite. Il n'est en effet pas possible de soustraire une date d'un intervalle.
Exemple :

```
SELECT '2011-05-21' - INTERVAL 5 DAY;
```

'2011-05-21' - INTERVAL 5 DAY
2011-05-16

Soustraire, c'est ajouter un négatif

Un `INTERVAL` peut être défini avec une quantité négative, et ajouter

un intervalle négatif, c'est soustraire un intervalle positif. De même soustraire un intervalle négatif revient à ajouter un intervalle positif.
Par conséquent, dans les requêtes suivantes, les deux parties du `SELECT` sont équivalentes.

```
SELECT ADDDATE(NOW(), INTERVAL -3 MONTH) AS ajout_negatif, SUBDATE(NOW(),
INTERVAL 3 MONTH) AS retrait_positif;
SELECT DATE_ADD(NOW(), INTERVAL 4 HOUR) AS ajout_positif, DATE_SUB(NOW(),
INTERVAL -4 HOUR) AS retrait_negatif;
SELECT NOW() + INTERVAL -15 MINUTE AS ajout_negatif, NOW() - INTERVAL 15 MINUTE
AS retrait_positif;
```

ajout_negatif	retrait_positif
2011-09-01 16:04:26	2011-09-01 16:04:26

ajout_positif	retrait_negatif
2011-12-01 20:04:26	2011-12-01 20:04:26

ajout_negatif	retrait_positif
2011-12-01 15:49:28	2011-12-01 15:49:28

Divers

Créer une date/heure à partir d'autres informations

À partir d'un timestamp Unix

La fonction `FROM_UNIXTIME(ts)` renvoie un `DATETIME` à partir du timestamp Unix *ts*.

```
SELECT FROM_UNIXTIME(1325595287);
```

FROM_UNIXTIME(1325595287)
2012-01-03 13:54:47

Notez que la fonction `UNIX_TIMESTAMP()`, que nous avons vue lors d'un chapitre précédent et qui donne le timestamp actuel, peut également s'utiliser avec un `DATETIME` en paramètre ; dans ce cas, elle fait l'inverse de la fonction `FROM_UNIXTIME(ts)` : elle renvoie le timestamp Unix du `DATETIME` passé en paramètre.

```
SELECT UNIX_TIMESTAMP('2012-01-03 13:54:47');
```

UNIX_TIMESTAMP('2012-01-03 13:54:47')
1325595287

À partir de différents éléments d'une date/heure

La fonction `MAKEDATE()` crée une `DATE` à partir d'une année et d'un numéro de jour (1 étant le premier janvier, 32 le premier février, etc.). Quant à la fonction `MAKETIME()`, elle crée un `TIME` à partir d'une heure et d'un nombre de minutes et de secondes.

```
SELECT MAKEDATE(2012, 60) AS 60eJour2012, MAKETIME(3, 45, 34) AS heureCree;
```

60eJour2012	heureCree
2012-02-29	03:45:34

Convertir un `TIME` en secondes, et vice versa

Il est toujours utile de connaître la fonction `SEC_TO_TIME()` qui convertit un nombre de secondes en une donnée de type `TIME`, et son opposé `TIME_TO_SEC()` qui convertit un `TIME` en un nombre de secondes.
Exemples :

```
SELECT SEC_TO_TIME(102569), TIME_TO_SEC('01:00:30');
```

SEC_TO_TIME(102569)	TIME_TO_SEC('01:00:30')

28:29:29	3630

Je vous rappelle qu'il est normal d'avoir un nombre d'heures supérieur à 24 dans un TIME, puisque TIME sert à stocker une heure ou une durée, et peut par conséquent aller de '-838:59:59' à '838:59:59'.

Dernier jour du mois

Enfin, voici la dernière fonction que nous verrons dans ce chapitre : `LAST_DAY(date)`. Cette fonction donne le dernier jour du mois de la date passée en paramètre. Cela permet par exemple de voir que 2012 est une année bissextile, contrairement à l'an 2100.

```
SELECT LAST_DAY('2012-02-03') AS fevrier2012, LAST_DAY('2100-02-03') AS
fevrier2100;
```

fevrier2012	fevrier2100
2012-02-29	2100-02-28

En résumé

- `DATEDIFF()`, `TIMEDIFF()` et `TIMESTAMPDIFF()` sont trois fonctions permettant de calculer une **différence entre deux données temporelles**.
- Un `INTERVAL` SQL représente un **intervalle de temps** ; il est composé d'une quantité et d'une unité de temps (ex. : `INTERVAL 3 DAY` représente un intervalle de trois jours).
- `ADDDATE()` et `DATE_ADD()` permettent d'**ajouter un intervalle de temps** à une `DATE` ou une `DATETIME`. `ADDTIME()` permet d'ajouter une durée à un `TIME` ou une `DATETIME`.
- `SUBDATE()` et `DATE_SUB()` permettent de **soustraire un intervalle de temps** à une `DATE` ou une `DATETIME`. `SUBTIME()`

permet de soustraire une durée à un `TIME` ou une `DATETIME`.

- On peut également utiliser les opérateurs `+` et `-` pour ajouter ou soustraire un intervalle de temps à une donnée temporelle.

Chapitre 27

Exercices

Nous avons maintenant vu une bonne partie des fonctions MySQL relatives aux données temporelles. N'oubliez pas de consulter la documentation officielle au besoin, car celle-ci contient plus de détails et d'autres fonctions.
Je vous propose maintenant quelques exercices pour passer de la théorie à la pratique. Cela va vous permettre de retenir déjà une partie des fonctions, mais surtout, cela va replacer ces fonctions dans un véritable contexte puisque nous allons bien sûr travailler sur notre table *Animal*.
Bien entendu, certaines questions ont plusieurs réponses possibles, mais je ne donnerai qu'une seule solution. Ne soyez donc pas étonnés d'avoir trouvé une requête faisant ce qui est demandé mais différente de la réponse indiquée.

Commençons par le format

1. Sélectionner tous les animaux nés en juin.

```
SELECT id, date_naissance, nom
FROM Animal
WHERE MONTH(date_naissance) = 6;
```

2. Sélectionner tous les animaux nés dans les huit premières semaines d'une année.

```
SELECT id, date_naissance, nom
FROM Animal
WHERE WEEKOFYEAR(date_naissance) < 9;
```

3. Afficher le jour (en chiffres) et le mois de naissance (en toutes lettres) des tortues et des chats nés avant 2007 (en deux colonnes).

```
SELECT DAY(date_naissance), MONTHNAME(date_naissance)
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
WHERE Espece.nom_courant IN ('Chat', 'Tortue d''Hermann')
AND YEAR(date_naissance) < 2007;
```

4. Même chose qu'à la question précédente, mais en une seule colonne.

```
SELECT DATE_FORMAT(date_naissance, '%e %M')
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
WHERE Espece.nom_courant IN ('Chat', 'Tortue d''Hermann')
AND YEAR(date_naissance) < 2007;
```

5. Sélectionner tous les animaux nés en avril, mais pas un 24 avril, triés par heure de naissance décroissante (heure dans le sens commun du terme, donc heure, minutes, secondes) et afficher leur date de naissance suivant le même format que l'exemple ci-dessous.

Format : 8 janvier, à 6h30PM, en l'an 2010 après J.C.

```
SELECT DATE_FORMAT(date_naissance, '%e %M, à %lh%i%p, en l''an %Y après J.C.')
```

```sql
AS jolie_date
FROM Animal
WHERE MONTH(date_naissance) = 4
AND DAY(date_naissance) <> 24
ORDER BY TIME(date_naissance) DESC;
```

Passons aux calculs

1. Moka était censé naître le 27 février 2008. Calculer le nombre de jours de retard de sa naissance.

```sql
SELECT DATEDIFF(date_naissance, '2008-02-27')  AS retard
FROM Animal
WHERE nom = 'Moka';
```

2. Afficher la date à laquelle chaque perroquet (espece_id = 4) fêtera son 25e anniversaire.

```sql
SELECT DATE(ADDDATE(date_naissance, INTERVAL 25 YEAR)) AS Anniversaire
FROM Animal
WHERE espece_id = 4;
```

On ne demandait que la date (on fête rarement son anniversaire à l'heure pile de sa naissance), d'où l'utilisation de la fonction `DATE()`.

3. Sélectionner les animaux nés dans un mois contenant exactement 29 jours.

```sql
SELECT id, date_naissance, nom
FROM Animal
WHERE DAY(LAST_DAY(date_naissance)) = 29;
```

4. Après douze semaines, un chaton est sevré (sauf exception bien sûr). Afficher la date à partir de laquelle les chats (espece_id = 2) de l'élevage peuvent être adoptés (qu'il s'agisse d'une date dans le passé ou dans le futur).

```sql
SELECT id, nom, DATE(DATE_ADD(date_naissance, INTERVAL 12 WEEK)) AS sevrage
FROM Animal
WHERE espece_id = 2;
```

5. Rouquine, Zira, Bouli et Balou (id 13, 18, 20 et 22 respectivement) font

partie de la même portée. Calculer combien de temps, en minutes, Balou est né avant Zira.

```
SELECT TIMESTAMPDIFF(MINUTE,
                                        (SELECT date_naissance
                                        FROM Animal
                                        WHERE nom = 'Balou'),
                                        (SELECT date_naissance
                                        FROM Animal
                                        WHERE nom = 'Zira'))
                AS nb_minutes;
```

Il fallait ici penser aux sous-requêtes, afin d'obtenir les dates de naissance de Balou et Zira pour les utiliser dans la même fonction `TIMESTAMPDIFF()`.

Et pour finir, mélangeons le tout

Et quand on dit "tout", c'est tout ! Par conséquent, il est possible (et même fort probable) que vous ayez besoin de notions et fonctions vues dans les chapitres précédents (regroupements, sous-requêtes, etc.) pour résoudre ces exercices.

1. Rouquine, Zira, Bouli et Balou (id 13, 18, 20 et 22 respectivement) font partie de la même portée. Calculer combien de temps, en minutes, s'est écoulé entre le premier né et le dernier né de la portée.

```
SELECT TIMESTAMPDIFF(MINUTE,
                      (
                        SELECT MIN(date_naissance)
                        FROM Animal
                        WHERE id IN (13, 18, 20, 22)
                      ),
                      (
                        SELECT MAX(date_naissance)
                        FROM Animal
                        WHERE id IN (13, 18, 20, 22)
                      )
                    ) AS nb_minutes;
```

Presque le même exercice qu'au-dessus, à ceci près qu'il fallait utiliser les fonctions d'agrégation.

2. Calculer combien d'animaux sont nés durant un mois pendant lequel les moules sont les plus consommables (c'est-à-dire les mois finissant en "bre").

```sql
SELECT COUNT(*)
FROM Animal
WHERE MONTHNAME(date_naissance) LIKE '%bre';
```

Il faut bien sûr avoir préalablement défini que le nom des mois et des jours doit être exprimé en français. Je rappelle la requête à utiliser : `SET lc_time_names = 'fr_FR';`

3. Pour les chiens et les chats (espece_id = 1 et espece_id = 2 respectivement), afficher les différentes dates de naissance des portées d'au moins deux individus (format JJ/MM/AAAA), ainsi que le nombre d'individus pour chacune de ces portées. Attention, il n'est pas impossible qu'une portée de chats soit née le même jour qu'une portée de chiens (il n'est pas non plus impossible que deux portées de chiens naissent le même jour, mais on considère que ce n'est pas le cas).

```sql
SELECT DATE_FORMAT(date_naissance, '%d/%m/%Y'), COUNT(*) as nb_individus
FROM Animal
WHERE espece_id IN (1, 2)
GROUP BY DATE(date_naissance), espece_id
HAVING nb_individus > 1;
```

Il faut regrouper sur la date (et uniquement la date, pas l'heure) puis sur l'espèce pour éviter de mélanger chiens et chats. Une simple clause `HAVING` permet ensuite de sélectionner les portées de deux individus ou plus.

4. Calculer combien de chiens (espece_id = 1) sont nés en moyenne chaque année entre 2006 et 2010 (sachant qu'on a eu au moins une naissance chaque année).

```sql
SELECT AVG(nb)
FROM (
```

```
        SELECT COUNT(*) AS nb
        FROM Animal
        WHERE espece_id = 1
        AND YEAR(date_naissance) >= 2006
        AND YEAR(date_naissance) <= 2010
        GROUP BY YEAR(date_naissance)
) AS tableIntermedaire;
```

Ici, il fallait penser à faire une sous-requête dans la clause `FROM`. Si vous n'avez pas trouvé, rappelez-vous qu'il faut penser par étapes. Vous voulez la moyenne du nombre de chiens nés chaque année ? Commencez par obtenir le nombre de chiens nés chaque année, puis seulement demandez-vous comment faire la moyenne.

5. Afficher la date au format ISO du 5e anniversaire des animaux dont on connaît soit le père, soit la mère.

```
SELECT DATE_FORMAT(DATE_ADD(date_naissance, INTERVAL 5 YEAR), GET_FORMAT(DATE,
'ISO')) AS dateIso
FROM Animal
WHERE pere_id IS NOT NULL
OR mere_id IS NOT NULL;
```

Pour cette dernière question, il fallait juste imbriquer plusieurs fonctions différentes. À nouveau, si vous n'avez pas réussi, c'est sans doute parce que vous ne décomposez pas le problème correctement.

Cinquième partie

Sécuriser et automatiser ses actions

Chapitre 28

Transactions

Pour commencer cette partie, nous allons voir ce que sont les transactions, à quoi elles servent exactement, et comment les utiliser avec MySQL.
Les transactions sont une fonctionnalité absolument indispensable, permettant de sécuriser une application utilisant une base de données. Sans transactions, certaines opérations risqueraient d'être à moitié réalisées, et la moindre erreur, la moindre interruption pourrait avoir des conséquences énormes. En effet, les transactions permettent de regrouper des requêtes dans des blocs, et de faire en sorte que tout le bloc soit exécuté en une seule fois, cela afin de préserver l'intégrité des données de la base.
Les transactions ont été implémentées assez tard dans MySQL, et qui plus est, elles ne sont pas utilisables pour tous les types de tables. C'est d'ailleurs un des principaux arguments des détracteurs de MySQL.

Etat actuel de la base de données

Note : les tables de test ne sont pas reprises.

```
SET NAMES utf8;


DROP TABLE IF EXISTS Animal;
DROP TABLE IF EXISTS Race;
DROP TABLE IF EXISTS Espece;


CREATE TABLE Espece (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  nom_courant varchar(40) NOT NULL,
  nom_latin varchar(40) NOT NULL,
  description text,
  prix decimal(7,2) unsigned DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (id),
  UNIQUE KEY nom_latin (nom_latin)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=6 DEFAULT CHARSET=latin1;

LOCK TABLES Espece WRITE;
INSERT INTO Espece VALUES (1,'Chien','Canis canis','Bestiole à quatre pattes
qui aime les caresses et tire souvent la langue',200.00),(2,'Chat','Felis
silvestris','Bestiole à quatre pattes qui saute très haut et grimpe aux
arbres',150.00),(3,'Tortue d''Hermann','Testudo hermanni','Bestiole avec une
carapace très dure',140.00),
(4,'Perroquet amazone','Alipiopsitta xanthops','Joli oiseau parleur vert et
jaune',700.00),(5,'Rat brun','Rattus norvegicus','Petite bestiole avec de
longues moustaches et une longue queue sans poils',10.00);
UNLOCK TABLES;


CREATE TABLE Race (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  nom varchar(40) NOT NULL,
  espece_id smallint(6) unsigned NOT NULL,
  description text,
  prix decimal(7,2) unsigned DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (id)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=10 DEFAULT CHARSET=latin1;

LOCK TABLES Race WRITE;
INSERT INTO Race VALUES (1,'Berger allemand',1,'Chien sportif et élégant au
pelage dense, noir-marron-fauve, noir ou gris.',485.00),(2,'Berger blanc
suisse',1,'Petit chien au corps compact, avec des pattes courtes mais bien
proportionnées et au pelage tricolore ou bicolore.',935.00),
(3,'Singapura',2,'Chat de petite taille aux grands yeux en amandes.',985.00),
(4,'Bleu russe',2,'Chat aux yeux verts et à la robe épaisse et
argentée.',835.00),(5,'Maine coon',2,'Chat de grande taille, à poils mi-
longs.',735.00),(7,'Sphynx',2,'Chat sans poils.',1235.00),
(8,'Nebelung',2,'Chat bleu russe, mais avec des poils longs...',985.00),
(9,'Rottweiller',1,'Chien d''apparence solide, bien musclé, à la robe noire
avec des taches feu bien délimitées.',600.00);
UNLOCK TABLES;


CREATE TABLE Animal (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
```

```
  sexe char(1) DEFAULT NULL,
  date_naissance datetime NOT NULL,
  nom varchar(30) DEFAULT NULL,
  commentaires text,
  espece_id smallint(6) unsigned NOT NULL,
  race_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  mere_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  pere_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (id),
  UNIQUE KEY ind_uni_nom_espece_id (nom,espece_id)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=63 DEFAULT CHARSET=utf8;

LOCK TABLES Animal WRITE;
INSERT INTO Animal VALUES (1,'M','2010-04-05 13:43:00','Rox','Mordille
beaucoup',1,1,18,22),(2,NULL,'2010-03-24 02:23:00','Roucky',NULL,2,NULL,40,30),
(3,'F','2010-09-13 15:02:00','Schtroumpfette',NULL,2,4,41,31),
(4,'F','2009-08-03 05:12:00',NULL,'Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL),(5,NULL,'2010-10-03 16:44:00','Choupi','Né sans oreille
gauche',2,NULL,NULL,NULL),(6,'F','2009-06-13 08:17:00','Bobosse','Carapace
bizarre',3,NULL,NULL,NULL),
(7,'F','2008-12-06 05:18:00','Caroline',NULL,1,2,NULL,NULL),(8,'M','2008-09-11
15:38:00','Bagherra',NULL,2,5,NULL,NULL),(9,NULL,'2010-08-23
05:18:00',NULL,'Bestiole avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),
(10,'M','2010-07-21 15:41:00','Bobo',NULL,1,NULL,7,21),(11,'F','2008-02-20
15:45:00','Canaille',NULL,1,NULL,NULL,NULL),(12,'F','2009-05-26
08:54:00','Cali',NULL,1,2,NULL,NULL),
(13,'F','2007-04-24 12:54:00','Rouquine',NULL,1,1,NULL,NULL),
(14,'F','2009-05-26 08:56:00','Fila',NULL,1,2,NULL,NULL),(15,'F','2008-02-20
15:47:00','Anya',NULL,1,NULL,NULL,NULL),
(16,'F','2009-05-26 08:50:00','Louya',NULL,1,NULL,NULL,NULL),
(17,'F','2008-03-10 13:45:00','Welva',NULL,1,NULL,NULL,NULL),
(18,'F','2007-04-24 12:59:00','Zira',NULL,1,1,NULL,NULL),
(19,'F','2009-05-26 09:02:00','Java',NULL,1,2,NULL,NULL),(20,'M','2007-04-24
12:45:00','Balou',NULL,1,1,NULL,NULL),(21,'F','2008-03-10
13:43:00','Pataude',NULL,1,NULL,NULL,NULL),
(22,'M','2007-04-24 12:42:00','Bouli',NULL,1,1,NULL,NULL),(24,'M','2007-04-12
05:23:00','Cartouche',NULL,1,NULL,NULL,NULL),(25,'M','2006-05-14
15:50:00','Zambo',NULL,1,1,NULL,NULL),
(26,'M','2006-05-14 15:48:00','Samba',NULL,1,1,NULL,NULL),(27,'M','2008-03-10
13:40:00','Moka',NULL,1,NULL,NULL,NULL),(28,'M','2006-05-14
15:40:00','Pilou',NULL,1,1,NULL,NULL),
(29,'M','2009-05-14 06:30:00','Fiero',NULL,2,3,NULL,NULL),(30,'M','2007-03-12
12:05:00','Zonko',NULL,2,5,NULL,NULL),(31,'M','2008-02-20
15:45:00','Filou',NULL,2,4,NULL,NULL),
(32,'M','2009-07-26 11:52:00','Spoutnik',NULL,3,NULL,52,NULL),
(33,'M','2006-05-19 16:17:00','Caribou',NULL,2,4,NULL,NULL),(34,'M','2008-04-20
03:22:00','Capou',NULL,2,5,NULL,NULL),
(35,'M','2006-05-19 16:56:00','Raccou','Pas de queue depuis la
naissance',2,4,NULL,NULL),(36,'M','2009-05-14
06:42:00','Boucan',NULL,2,3,NULL,NULL),(37,'F','2006-05-19
16:06:00','Callune',NULL,2,8,NULL,NULL),
(38,'F','2009-05-14 06:45:00','Boule',NULL,2,3,NULL,NULL),(39,'F','2008-04-20
03:26:00','Zara',NULL,2,5,NULL,NULL),(40,'F','2007-03-12
12:00:00','Milla',NULL,2,5,NULL,NULL),
(41,'F','2006-05-19 15:59:00','Feta',NULL,2,4,NULL,NULL),(42,'F','2008-04-20
03:20:00','Bilba','Sourde de l''oreille droite à 80%',2,5,NULL,NULL),
(43,'F','2007-03-12 11:54:00','Cracotte',NULL,2,5,NULL,NULL),
(44,'F','2006-05-19 16:16:00','Cawette',NULL,2,8,NULL,NULL),(45,'F','2007-04-01
18:17:00','Nikki','Bestiole avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),
(46,'F','2009-03-24 08:23:00','Tortilla','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL),
(47,'F','2009-03-26 01:24:00','Scroupy','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL),(48,'F','2006-03-15 14:56:00','Lulla','Bestiole avec
```

```
une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),(49,'F','2008-03-15
12:02:00','Dana','Bestiole avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),
(50,'F','2009-05-25 19:57:00','Cheli','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL),(51,'F','2007-04-01 03:54:00','Chicaca','Bestiole avec
une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),(52,'F','2006-03-15
14:26:00','Redbul','Insomniaque',3,NULL,NULL,NULL),
(54,'M','2008-03-16 08:20:00','Bubulle','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL),(55,'M','2008-03-15
18:45:00','Relou','Surpoids',3,NULL,NULL,NULL),(56,'M','2009-05-25
18:54:00','Bulbizard','Bestiole avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL),
(57,'M','2007-03-04 19:36:00','Safran','Coco veut un gâteau
!',4,NULL,NULL,NULL),(58,'M','2008-02-20 02:50:00','Gingko','Coco veut un
gâteau !',4,NULL,NULL,NULL),(59,'M','2009-03-26 08:28:00','Bavard','Coco veut
un gâteau !',4,NULL,NULL,NULL),
(60,'F','2009-03-26 07:55:00','Parlotte','Coco veut un gâteau
!',4,NULL,NULL,NULL),(61,'M','2010-11-09 00:00:00','Yoda',NULL,2,5,NULL,NULL),
(62,'M','2010-11-05 00:00:00','Pipo',NULL,1,9,NULL,NULL);
UNLOCK TABLES;


ALTER TABLE Race ADD CONSTRAINT fk_race_espece_id FOREIGN KEY (espece_id)
REFERENCES Espece (id) ON DELETE CASCADE;

ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_race_id FOREIGN KEY (race_id) REFERENCES
Race (id) ON DELETE SET NULL;
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_espece_id FOREIGN KEY (espece_id)
REFERENCES Espece (id);
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_mere_id FOREIGN KEY (mere_id) REFERENCES
Animal (id) ON DELETE SET NULL;
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_pere_id FOREIGN KEY (pere_id) REFERENCES
Animal (id) ON DELETE SET NULL;
```

Principe

Une transaction, c'est un **ensemble de requêtes** qui sont **exécutées en un seul bloc**. Ainsi, si une des requêtes du bloc échoue, on peut décider d'annuler tout le bloc de requêtes (ou de quand même valider les requêtes qui ont réussi).

À quoi ça sert ?

Imaginez que Monsieur Durant fasse un virement de 300 euros à Monsieur Dupont via sa banque en ligne. Il remplit toutes les petites cases du virement, puis valide. L'application de la banque commence à traiter le virement quand soudain, une violente panne de courant provoque l'arrêt des serveurs de la banque.

Deux jours plus tard, Monsieur Durant reçoit un coup de fil de Monsieur Dupont, très énervé, qui lui demande pourquoi le paiement convenu n'a toujours pas été fait. Intrigué, Monsieur Durant va vérifier son compte, et constate qu'il a bien été débité de 300 euros.

Mais que s'est-il donc passé ?

Normalement, le traitement d'un virement est plutôt simple, deux étapes suffisent :

- étape 1 : on retire le montant du virement du compte du donneur d'ordre ;
- étape 2 : on ajoute le montant du virement au compte du bénéficiaire.

Seulement voilà, pas de chance pour Monsieur Durant, la panne de courant qui a éteint les serveurs est survenue pile entre l'étape 1 et l'étape 2. Du coup, son compte a été débité, mais le compte de Monsieur Dupont n'a jamais été crédité.
La banque de Monsieur Durant n'utilisait pas les transactions. Si c'était le cas, la seconde requête du traitement n'ayant jamais été exécutée, la première requête n'aurait jamais été validée.

Comment se déroule une transaction ?

Voici un schéma qui devrait vous éclairer sur le principe des transactions.

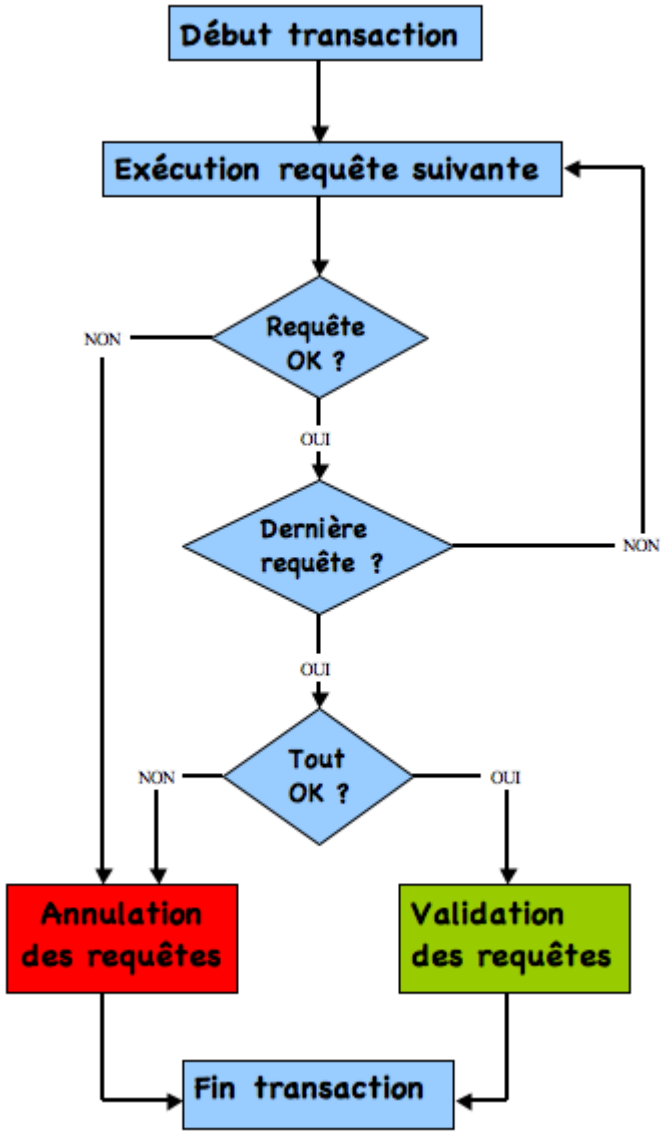


Schéma d'une transaction

- On démarre une transaction.
- On exécute les requêtes désirées une à une.
- Si une des requêtes échoue, on annule toutes les requêtes, et on termine la transaction.

- Par contre, si à la fin des requêtes, tout s'est bien passé, on valide tous les changements, et on termine la transaction.
- Si le traitement est interrompu (entre deux requêtes par exemple), les changements ne sont jamais validés, et donc les données de la base restent les mêmes qu'avant la transaction.

Support des transactions

Il n'est pas possible d'utiliser les transactions sur n'importe quelle table. Pour les supporter, une table doit être **transactionnelle**, ce qui, avec MySQL, est **défini par le moteur de stockage** utilisé pour la table.
Rappelez-vous, nous avons vu dans le chapitre sur la création des tables qu'il existait différents moteurs de stockage possibles avec MySQL, dont les plus connus sont **MyISAM** et **InnoDB**.
MyISAM ne supportant pas les contraintes de clés étrangères, nos tables ont été créées avec le moteur InnoDB, ce qui tombe plutôt bien pour la suite de ce chapitre. En effet :

- les tables MyISAM sont non-transactionnelles, donc ne supportent pas les transactions ;
- les tables InnoDB sont transactionnelles, donc supportent les transactions.

Syntaxe et utilisation

Vocabulaire

Lorsque l'on valide les requêtes d'une transaction, on dit aussi que l'on **commite** les changements. À l'inverse, l'annulation des requêtes s'appelle un **rollback**.

Comportement par défaut

Vous l'aurez compris, par défaut MySQL ne travaille pas avec les transactions. Chaque requête effectuée est directement **commitée** (validée). On ne peut pas revenir en arrière. On peut donc en fait considérer que chaque requête constitue une transaction, qui est automatiquement commitée. Par défaut, MySQL est donc en mode "**autocommit**".
Pour quitter ce mode, il suffit de lancer la requête suivante :

```
SET autocommit=0;
```

Une fois que vous n'êtes plus en autocommit, chaque modification de donnée devra être commitée pour prendre effet. Tant que vos modifications ne sont pas validées, vous pouvez à tout moment les annuler (faire un rollback).

Valider/annuler les changements

Les commandes pour commiter et faire un rollback sont relativement faciles à retenir :

```
COMMIT;   -- pour valider les requêtes
ROLLBACK; -- pour annuler les requêtes
```

Exemples de transactions en mode non-autocommit

Si ce n'est pas déjà fait, changez le mode par défaut de MySQL grâce à la commande que nous venons de voir.
Première expérience : annulation des requêtes.
Exécutez ces quelques requêtes :

```
INSERT INTO Animal (nom, espece_id, date_naissance, sexe)
VALUES ('Baba', 5, '2012-02-13 15:45:00', 'F');
INSERT INTO Animal (nom, espece_id, date_naissance, sexe)
VALUES ('Bibo', 5, '2012-02-13 15:48:00', 'M');
INSERT INTO Animal (nom, espece_id, date_naissance, sexe)
VALUES ('Buba', 5, '2012-02-13 18:32:00', 'F'); -- Insertion de 3 rats bruns

UPDATE Espece
SET prix = 20
WHERE id = 5;  -- Les rats bruns coûtent maintenant 20 euros au lieu de 10
```

Faites maintenant un `SELECT` sur les tables *Espece* et *Animal*.

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE espece_id = 5;

SELECT *
FROM Espece
WHERE id = 5;
```

Les changements faits sont bien visibles. Les rats bruns valent maintenant 20 euros, et nos trois nouvelles bestioles ont bien été insérées. Cependant, un simple rollback va annuler ces changements.

```
ROLLBACK;
```

Nos rats coûtent à nouveau 10 euros et Baba, Bibo et Buba ont disparu.
Deuxième expérience : Interruption de la transaction.
Exécutez à nouveau les trois requêtes `INSERT` et la requête `UPDATE`. Ensuite, quittez votre client MySQL (fermez simplement la fenêtre, ou tapez ou).
Reconnectez-vous et vérifiez vos données : les rats valent 10 euros, et Baba, Bibo et Buba n'existent pas. Les changements n'ont pas été commités, c'est comme s'il ne s'était rien passé !

Le mode autocommit est de nouveau activé ! Le fait de faire SET autocommit = 0; n'est valable que pour la session courante. Or, en ouvrant une nouvelle connexion, vous avez créé une nouvelle session. Désactivez donc à nouveau ce mode.

Troisième expérience : validation et annulation.
Exécutez la séquence de requêtes suivante :

```
INSERT INTO Animal (nom, espece_id, date_naissance, sexe)
VALUES ('Baba', 5, '2012-02-13 15:45:00', 'F');
INSERT INTO Animal (nom, espece_id, date_naissance, sexe)
```

```
VALUES ('Bibo', 5, '2012-02-13 15:48:00', 'M');
INSERT INTO Animal (nom, espece_id, date_naissance, sexe)
VALUES ('Buba', 5, '2012-02-13 18:32:00', 'F'); -- Insertion de 3 rats bruns

COMMIT;

UPDATE Espece
SET prix = 20
WHERE id = 5;  -- Les rats valent 20 euros

ROLLBACK;
```

Si vous n'avez pas oublié de réactiver le mode non-autocommit, vous avez maintenant trois nouveaux rats bruns (les requêtes d'insertion ayant été validées), et ils ne valent toujours que 10 euros chacun (la modification de l'espèce ayant été annulée).
Quatrième expérience : visibilité des changements non-commités. Exécutez la requête suivante :

```
UPDATE Animal
SET commentaires = 'Queue coupée'
WHERE nom = 'Bibo' AND espece_id = 5;
```

Ensuite, tout en laissant ce client MySQL ouvert, ouvrez-en un deuxième. Connectez-vous comme d'habitude à la base de données *elevage*. Vous avez maintenant deux sessions ouvertes, connectées à votre base de données.
Sélectionnez les rats bruns.

```
SELECT id, sexe, nom, commentaires, espece_id, race_id
FROM Animal
WHERE espece_id = 5;
```

id	sexe	nom	commentaires	espece_id	race_id
69	F	Baba	NULL	5	NULL
70	M	Bibo	NULL	5	NULL
71	F	Buba	NULL	5	NULL

Les commentaires de Bibo sont toujours vides. Les changements non-commités ne sont donc pas visibles à l'extérieur de la transaction qui les a faits. En particulier, une autre session n'a pas accès à ces changements.
Annulez la modification de Bibo dans la première session avec un `ROLLBACK`. Vous pouvez fermer la seconde session.

Démarrer explicitement une transaction

En désactivant le mode autocommit, en réalité, on démarre une transaction. Et chaque fois que l'on fait un rollback ou un commit (ce qui met fin à la transaction), une nouvelle transaction est créée automatiquement, et ce tant que la session est ouverte.
Il est également possible de démarrer explicitement une transaction, auquel cas on peut laisser le mode autocommit activé, et décider au cas par cas des requêtes qui doivent être faites dans une transaction.
Repassons donc en mode autocommit :

```
SET autocommit=1;
```

Pour démarrer une transaction, il suffit de lancer la commande suivante :

```
START TRANSACTION;
```

Avec MySQL, il est également possible de démarrer une transaction avec BEGIN ou BEGIN WORK. Cependant, il est conseillé d'utiliser plutôt START TRANSACTION, car il s'agit de la commande SQL standard.

Une fois la transaction ouverte, les requêtes devront être validées pour prendre effet. Attention au fait qu'un `COMMIT` ou un `ROLLBACK` met fin automatiquement à la transaction, donc les commandes suivantes seront à nouveau commitées automatiquement si une nouvelle transaction n'est pas ouverte.

Exemples de transactions en mode autocommit

```sql
-- Insertion d'un nouveau rat brun, plus vieux
INSERT INTO Animal (nom, espece_id, date_naissance, sexe)
VALUES ('Momy', 5, '2008-02-01 02:25:00', 'F');

-- Ouverture d'une transaction
START TRANSACTION;

-- La nouvelle rate est la mère de Buba et Baba
UPDATE Animal
SET mere_id = LAST_INSERT_ID()
WHERE espece_id = 5
AND nom IN ('Baba', 'Buba');

-- On annule les requêtes de la transaction, ce qui termine celle-ci
ROLLBACK;

-- La nouvelle rate est la mère de Bibo
UPDATE Animal
SET mere_id = LAST_INSERT_ID()
WHERE espece_id = 5
AND nom = 'Bibo';

-- Nouvelle transaction
START TRANSACTION;

-- Suppression de Buba
DELETE FROM Animal
WHERE espece_id = 5
AND nom = 'Buba';

-- On valide les requêtes de la transaction, ce qui termine celle-ci
COMMIT;
```

Si vous avez bien suivi, vous devriez savoir les changements qui ont été faits.

- On a inséré Momy (insertion hors transaction)
- Momy n'est pas la mère de Baba (modification dans une transaction dont les requêtes ont été annulées)
- Momy est la mère de Bibo (modification hors transaction)
- Buba a été supprimée (suppression dans une transaction dont les requêtes ont été commitées)

```sql
SELECT id, nom, espece_id, mere_id
FROM Animal
WHERE espece_id = 5;
```

id	nom	espece_id	mere_id
69	Baba	5	NULL
70	Bibo	5	72
72	Momy	5	NULL

Jalon de transaction

Lorsque l'on travaille dans une transaction, et que l'on constate que certaines requêtes posent problème, on n'a pas toujours envie de faire un rollback depuis le début de la transaction, annulant toutes les requêtes alors qu'une partie aurait pu être validée.
Il n'est pas possible de démarrer une transaction à l'intérieur d'une transaction. Par contre, on peut poser des **jalons de transaction**. Il s'agit de **points de repère**, qui permettent d'annuler toutes les requêtes exécutées depuis ce jalon, et non toutes les requêtes de la transaction.

Syntaxe

Trois nouvelles commandes suffisent pour pouvoir utiliser pleinement les jalons :

```
SAVEPOINT nom_jalon; -- Crée un jalon avec comme nom "nom_jalon"

ROLLBACK [WORK] TO [SAVEPOINT] nom_jalon;
-- Annule les requêtes exécutées depuis le jalon "nom_jalon", WORK et SAVEPOINT ne sont pas obligatoires

RELEASE SAVEPOINT nom_jalon;
-- Retire le jalon "nom_jalon" (sans annuler, ni valider les requêtes faites depuis)
```

Exemple : exécutez les requêtes suivantes.

```
START TRANSACTION;

INSERT INTO Animal (nom, espece_id, date_naissance, sexe)
VALUES ('Popi', 5, '2007-03-11 12:45:00', 'M');

SAVEPOINT jalon1;

INSERT INTO Animal (nom, espece_id, date_naissance, sexe)
VALUES ('Momo', 5, '2007-03-12 05:23:00', 'M');

ROLLBACK TO SAVEPOINT jalon1;

INSERT INTO Animal (nom, espece_id, date_naissance, sexe)
VALUES ('Mimi', 5, '2007-03-12 22:03:00', 'F');

COMMIT;
```

On n'utilise qu'une seule transaction, on valide à la fin, et pourtant la seconde insertion n'a pas été faite au final, puisqu'elle a été annulée grâce au jalon. Seuls Popi et Mimi existent.

```
SELECT id, sexe, date_naissance, nom, espece_id, mere_id, pere_id
FROM Animal
WHERE espece_id = 5;
```

id	sexe	date_naissance	nom	espece_id	mere_id	pere_id
69	F	2012-02-1 15:45:00	Baba	5	NULL	NULL
70	M	2012-02-1 15:48:00	Bibo	5	72	NULL
72	F	2008-02-0 02:25:00	Momy	5	NULL	NULL
73	M	2007-03-1 12:45:00	Popi	5	NULL	NULL
75	F	2007-03-1 22:03:00	Mimi	5	NULL	NULL

Validation implicite et commandes non-annulables

Vous savez déjà que pour terminer une transaction, il faut utiliser les commandes `COMMIT` ou `ROLLBACK`, selon que l'on veut valider les requêtes ou les annuler.
Ça, c'est la manière classique et recommandée. Mais il faut savoir qu'un certain nombre d'autres commandes auront aussi pour effet de clôturer une transaction. Et pas seulement la clôturer, mais également **valider toutes les requêtes** qui ont été faites dans cette transaction. Exactement comme si vous utilisiez `COMMIT`.
Par ailleurs, ces commandes ne peuvent pas être annulées par un `ROLLBACK`.

Commandes DDL

Toutes les commandes qui créent, modifient, suppriment des objets dans la base de données valident implicitement les transactions.

Ces commandes forment ce qu'on appelle les requêtes DDL, pour Data Definition Langage.

Cela comprend donc :

- la création et suppression de bases de données : `CREATE DATABASE`, `DROP DATABASE` ;
- la création, modification, suppression de tables : `CREATE TABLE`, `ALTER TABLE`, `RENAME TABLE`, `DROP TABLE` ;
- la création, modification, suppression d'index : `CREATE INDEX`, `DROP INDEX` ;
- la création d'objets comme les procédures stockées, les vues, etc., dont nous parlerons plus tard.

De manière générale, tout ce qui influe sur la **structure de la base de données**, et non sur les données elles-mêmes.

Utilisateurs

La création, la modification et la suppression d'utilisateurs (voir partie 7) provoquent aussi une validation implicite.

Transactions et verrous

Je vous ai signalé qu'il n'était pas possible d'imbriquer des transactions, donc d'avoir une transaction à l'intérieur d'une transaction. En fait, la commande `START TRANSACTION` provoque également une validation implicite si elle est exécutée à l'intérieur d'une transaction.
Le fait d'activer le mode *autocommit* (s'il n'était pas déjà activé) a le même effet.
La création et suppression de **verrous de table** clôturent aussi une transaction en la validant implicitement (voir chapitre suivant).

Chargements de données

Enfin, le chargement de données avec `LOAD DATA` provoque également une validation implicite.

ACID

Derrière ce titre mystérieux se cache un concept très important !

Quels sont les critères qu'un système utilisant les transactions doit respecter pour être fiable ?

Il a été défini que ces critères sont au nombre de quatre : **A**tomicité, **C**ohérence, **I**solation et **D**urabilité. Soit, si on prend la première lettre de chaque critère : ACID.
Voyons donc en détail ces quatre critères.

A pour Atomicité

Atome signifie étymologiquement "**qui ne peut être divisé**".
Une transaction doit être atomique, c'est-à-dire qu'elle doit former une **entité complète et indivisible**. Chaque élément de la transaction, chaque requête effectuée, ne peut exister que dans la transaction.
Si l'on reprend l'exemple du virement bancaire, en utilisant les transactions, les deux étapes (débit du compte donneur d'ordre, crédit du compte bénéficiaire) ne peuvent exister indépendamment l'une de l'autre. Si l'une est exécutée, l'autre doit l'être également. Il s'agit d'un tout.

Peut-on dire que nos transactions sont atomiques ?

Oui. Si une transaction en cours est interrompue, aucune des requêtes exécutées ne sera validée. De même, en cas d'erreur, il suffit de faire un `ROLLBACK` pour annuler toute la transaction. Et si

tout se passe bien, un `COMMIT` validera l'intégralité de la transaction en une fois.

C pour cohérence

Les données doivent rester **cohérentes dans tous les cas** : que la transaction se termine sans encombre, qu'une erreur survienne, ou que la transaction soit interrompue. Un virement dont seule l'étape de débit du donneur d'ordre est exécutée produit des données incohérentes (la disparition de 300 euros jamais arrivés chez le bénéficiaire). Avec une transaction, cette incohérence n'apparaît jamais. Tant que la totalité des étapes n'a pas été réalisée avec succès, les données restent dans leur état initial.

Nos transactions permettent-elles d'assurer la cohérence des données ?

Oui, les changements de données ne sont validés qu'une fois que toutes les étapes ont été exécutées. De l'extérieur de la transaction, le moment entre les deux étapes d'un virement n'est jamais visible.

I pour Isolation

Chaque transaction doit être isolée, donc **ne pas interagir avec une autre transaction**.

Nos transactions sont-elles isolées ?

Test

Dans votre client MySQL, exécutez les requêtes suivantes (ne commitez pas) pour modifier le *pere_id* du rat Bibo :

Copiez-collez tout le bloc dans votre client MySQL

```sql
START TRANSACTION; -- On ouvre une transaction

UPDATE Animal      -- On modifie Bibo
SET pere_id = 73
WHERE espece_id = 5 AND nom = 'Bibo';

SELECT id, nom, commentaires, pere_id, mere_id
FROM Animal
WHERE espece_id = 5;
```

À nouveau, ouvrez une deuxième session, tout en laissant la première ouverte (démarrez un deuxième client SQL et connectez-vous à votre base de données).
Exécutez les requêtes suivantes, pour modifier les *commentaires* de Bibo.

À nouveau, prenez bien tout le bloc d'un coup, vous suivrez plus facilement les explications qui suivent.

```sql
START TRANSACTION;    -- On ouvre une transaction

SELECT id, nom, commentaires, pere_id, mere_id
FROM Animal
WHERE espece_id = 5;

UPDATE Animal        -- On modifie la perruche Bibo
SET commentaires = 'Agressif'
WHERE espece_id = 5 AND nom = 'Bibo';

SELECT id, nom, commentaires, pere_id, mere_id
FROM Animal
WHERE espece_id = 5;
```

Le résultat n'est pas du tout le même dans les deux sessions. En effet, dans la première, on a la confirmation que la requête `UPDATE` a été effectuée :

```
Query OK, 1 row affected (0.00 sec)
Rows matched: 1  Changed: 1  Warnings: 0
```

Et le `SELECT` renvoie bien les données modifiées (*pere_id* n'est plus `NULL` pour Bibo) :

id	nom	commentaires	pere_id	mere_id
69	Baba	NULL	NULL	NULL
70	Bibo	NULL	73	72
72	Mamy	NULL	NULL	NULL
73	Papi	NULL	NULL	NULL
75	Mimi	NULL	NULL	NULL

Par contre, dans la deuxième session, on a d'abord fait un `SELECT`, et Bibo n'a toujours pas de père (puisque ça n'a pas été commité dans la première session). Donc on s'attendrait à ce que la requête `UPDATE` laisse *pere_id* à `NULL` et modifie *commentaires*.

id	nom	commentaires	pere_id	mere_id
69	Baba	NULL	NULL	NULL
70	Bibo	NULL	NULL	72
72	Mamy	NULL	NULL	NULL
73	Papi	NULL	NULL	NULL
75	Mimi	NULL	NULL	NULL

Seulement voilà, la requête `UPDATE` ne fait rien ! La session semble bloquée : pas de message de confirmation après la requête `UPDATE`, et le second `SELECT` n'a pas été effectué.

```
mysql>
mysql> UPDATE Animal       -- On modifie Bibo
    -> SET commentaires = 'Agressif'
    -> WHERE espece_id = 5 AND nom = 'Bibo';
_
```

Commitez maintenant les changements dans la première session (celle qui n'est pas bloquée). Retournez voir dans la seconde session : elle s'est débloquée et indique maintenant un message de confirmation aussi :

```
Query OK, 1 row affected (5.17 sec)
Rows matched: 1  Changed: 1  Warnings: 0
```

Qui plus est, le `SELECT` a été exécuté (vous devrez peut-être appuyer sur Entrée pour que ce soit envoyé au serveur) et les modifications

ayant été faites par la session 1 ont été prises en compte : *commentaires* vaut `'Agressif'` et *pere_id* vaut `73` !

id	nom	commentaires	pere_id	mere_id
69	Baba	NULL	NULL	NULL
70	Bibo	Agressif	73	72
72	Memy	NULL	NULL	NULL
73	Papi	NULL	NULL	NULL
75	Mimi	NULL	NULL	NULL

Il est possible que votre seconde session indique ceci : ERROR 1205 (HY000): Lock wait timeou Cela signifie que la session est restée bloquée trop longtemps et que par conséquent la transaction a été automatiquement fermée (avec un rollback des requêtes effectuées). Dans ce cas, recommencez l'opération.

Il n'y a plus qu'à commiter les changements faits par la deuxième session, et c'est terminé ! Si vous ne commitez pas, *commentaires* restera `NULL`. Par contre, *pere_id* vaudra toujours `73` puisque ce changement-là a été commité par la première session.

Conclusion

La deuxième session n'a pas interagi avec les changements faits par la première session, chaque transaction est bien **isolée**.

Et la première session qui bloque la seconde, ce n'est pas une interaction ça ?

Pas dans le cadre des critères ACID. Oui, la première session provoque un retard dans l'exécution des requêtes de la deuxième session, mais les critères de fiabilité que nous examinons ici concernent **les données impactées par les transactions**, et non le

déroulement de celles-ci (qui importe peu finalement).
Ce blocage a pour effet d'empêcher la deuxième session d'écraser un changement fait par la première. Donc, ce blocage a bien pour effet l'isolation des transactions.

Verrous

Le blocage de la deuxième session vient en fait de ce que la première session, en faisant sa requête `UPDATE`, a **automatiquement posé un verrou** sur la ligne contenant Bobi le rat, empêchant toute modification tant que la transaction était en cours. Les verrous faisant l'objet du prochain chapitre, je n'en dis pas plus pour l'instant.

Utilité

Je vous l'accorde, vous n'allez pas vous amuser tous les jours à ouvrir deux sessions MySQL. Par contre, pour une application pouvant être utilisée par plusieurs personnes en même temps (qui toutes travaillent sur la même base de données), il est impératif que ce critère soit respecté.
Prenons l'exemple simple d'un jeu par navigateur : de nombreux joueurs peuvent être connectés en même temps, et effectuer des opérations différentes. Si les transactions ne sont pas isolées, une partie des actions des joueurs risquerait de se voir annulées. On isole donc les transactions grâce aux verrous (qui sont ici automatiquement posés mais ce n'est pas toujours le cas).

D pour Durabilité

Une fois la transaction terminée, les données résultant de cette transaction doivent être **stockées de manière durable**, et pouvoir être récupérées, en cas de crash du serveur par exemple.

Nos transactions modifient-elles les données de manière

durable ?

Oui, une fois les changements commités, ils sont stockés définitivement (jusqu'à modification par une nouvelle transaction).

En résumé

- Les transactions permettent de **grouper plusieurs requêtes**, lesquelles seront validées (`COMMIT`) ou annulées (`ROLLBACK`) toutes en même temps.
- Tous les changements de données (insertion, suppression, modification) faits par les requêtes à l'intérieur d'une transaction sont **invisibles pour les autres sessions tant que la transaction n'est pas validée**.
- Les transactions permettent d'**exécuter un traitement nécessitant plusieurs requêtes en une seule fois**, ou de l'annuler complètement si une des requêtes pose problème ou si la transaction est interrompue.
- Certaines commandes SQL provoquent une **validation implicite des transactions**, notamment toutes les commandes DDL, c'est-à-dire les commandes qui créent, modifient ou suppriment des objets dans la base de données (tables, index,…).
- Les critères ACID sont les critères qu'un système appliquant les transactions doit respecter pour être fiable : **Atomicité, Cohérence, Isolation, Durabilité**.

Chapitre 29

Verrous

Complément indispensable des transactions, les verrous permettent de **sécuriser les requêtes** en bloquant ponctuellement et partiellement l'accès aux données.
Il s'agit d'un gros chapitre, avec beaucoup d'informations. Il y a par conséquent un maximum d'exemples pour vous aider à comprendre le comportement des verrous selon les situations.
Au sommaire de ce chapitre :

- Qu'est-ce qu'un verrou ?
- Quel est le comportement par défaut de MySQL par rapport aux verrous ?
- Quand et comment poser un verrou de table ?
- Quand et comment poser un verrou de ligne ?
- Comment modifier le comportement par défaut de MySQL ?

Principe

Lorsqu'une session MySQL pose un verrou sur un élément de la base de données, cela veut dire qu'il **restreint, voire interdit, l'accès à cet élément aux autres sessions MySQL** qui voudraient y accéder.

Verrous de table et verrous de ligne

Il est possible de poser un **verrou sur une table entière**, ou **seulement sur une ou plusieurs lignes d'une table**. Étant donné qu'un verrou empêche l'accès d'autres sessions, il est en général plus intéressant de poser un verrou sur la plus petite partie de la base possible.
Par exemple, si l'on travaille avec les chiens de la table *Animal*.

- On peut poser un verrou sur toute la table *Animal*. Dans ce cas, les autres sessions n'auront pas accès à cette table, tant que le verrou sera posé. Qu'elles veuillent en utiliser les chiens, les chats, ou autre, tout leur sera refusé.
- On peut aussi poser un verrou uniquement sur les lignes de la table qui contiennent des chiens. De cette manière, les autres sessions pourront accéder aux chats, aux perroquets, etc. Elles pourront toujours travailler, tant qu'elles n'utilisent pas les chiens.

Cette notion d'accès simultané aux données par plusieurs sessions différentes s'appelle la **concurrence**. Plus la concurrence est possible, donc plus le nombre de sessions pouvant accéder aux données simultanément est grand, mieux c'est.
En effet, prenons l'exemple d'un site web. En général, on préfère permettre à plusieurs utilisateurs de surfer en même temps, sans devoir attendre entre chaque action de pouvoir accéder aux informations chacun à son tour. Or, chaque utilisateur crée une session chaque fois qu'il se connecte à la base de données (pour lire les informations ou les modifier).

Préférez donc (autant que possible) les verrous de ligne aux verrous de table !

Avertissements

Les informations données dans ce chapitre **concernent exclusivement MySQL**, et en particulier les tables utilisant **les moteurs MyISAM ou InnoDB** (selon le type de verrou utilisé). En effet, les verrous sont implémentés différemment selon les SGDB, et même selon le moteur de table en ce qui concerne MySQL. Si le principe général reste toujours le même, certains comportements et certaines options peuvent différer d'une implémentation à l'autre. N'hésitez pas à vous renseigner plus avant.
Par ailleurs, je vous présente ici les principes généraux et les principales options, mais il faut savoir qu'il y a énormément à dire sur les verrous, et que j'ai donc dû faire un sérieux tri des informations avant de rédiger ce chapitre. À nouveau, en cas de doute, ou si vous avez besoin d'informations précises, je vous conseille vraiment de consulter la documentation officielle (si possible en anglais, car elle est infiniment plus complète qu'en français).
Enfin, dernier avertissement : de nombreux changements dans l'implémentation des verrous sont advenus lors du développement des dernières versions de MySQL. Aussi, la différence entre les verrous dans la version 5.0 et la version 5.6 est assez importante. Tout ce que je présente dans ce chapitre est valable à partir de la version 5.5. Vérifiez bien votre version, et si vous consultez la documentation officielle, prenez bien celle qui concerne votre propre version.

Modification de notre base de données

Nous allons ajouter deux tables à notre base de données, afin d'illustrer au mieux l'intérêt et l'utilisation des verrous : une table *Client*, qui contiendra les coordonnées des clients de notre élevage, et une table *Adoption*, qui contiendra les renseignements concernant les adoptions faites par nos clients.
Dorénavant, certains animaux présents dans notre table *Animal* ne seront plus disponibles, car ils auront été adoptés. Nous les garderons cependant dans notre base de données. Avant toute adoption, il nous faudra donc vérifier la disponibilité de l'animal.
Voici les requêtes à effectuer pour faire ces changements.

```
-- Table Client
CREATE TABLE Client (
        id SMALLINT UNSIGNED AUTO_INCREMENT NOT NULL,
        nom VARCHAR(100) NOT NULL,
        prenom VARCHAR(60) NOT NULL,
        adresse VARCHAR(200),
        code_postal VARCHAR(6),
        ville VARCHAR(60),
        pays VARCHAR(60),
        email VARBINARY(100),
        PRIMARY KEY (id),
        UNIQUE INDEX ind_uni_email (email)
) ENGINE = InnoDB;

-- Table Adoption
CREATE TABLE Adoption (
        client_id SMALLINT UNSIGNED NOT NULL,
        animal_id SMALLINT UNSIGNED NOT NULL,
        date_reservation DATE NOT NULL,
        date_adoption DATE,
        prix DECIMAL(7,2) UNSIGNED NOT NULL,
        paye TINYINT(1) NOT NULL DEFAULT 0,
        PRIMARY KEY (client_id, animal_id),
        CONSTRAINT fk_client_id FOREIGN KEY (client_id) REFERENCES Client(id),
        CONSTRAINT fk_adoption_animal_id FOREIGN KEY (animal_id) REFERENCES
Animal(id),
        UNIQUE INDEX ind_uni_animal_id (animal_id)
) ENGINE = InnoDB;

-- Insertion de quelques clients
INSERT INTO Client (prenom, nom, adresse, code_postal, ville, pays, email)
VALUES ('Jean', 'Dupont', 'Rue du Centre, 5', '45810', 'Houtsiplou', 'France',
'jean.dupont@email.com');
INSERT INTO Client (prenom, nom, adresse, code_postal, ville, pays, email)
VALUES ('Marie', 'Boudur', 'Place de la Gare, 2', '35840', 'Troudumonde',
'France', 'marie.boudur@email.com');
INSERT INTO Client (prenom, nom, adresse, code_postal, ville, pays, email)
VALUES ('Fleur', 'Trachon', 'Rue haute, 54b', '3250', 'Belville', 'Belgique',
'fleurtrachon@email.com');
INSERT INTO Client (prenom, nom, adresse, code_postal, ville, pays, email)
VALUES ('Julien', 'Van Piperseel',  NULL, NULL, NULL, NULL,
'jeanvp@email.com');
INSERT INTO Client (prenom, nom, adresse, code_postal, ville, pays, email)
VALUES ('Johan', 'Nouvel',  NULL, NULL, NULL, NULL,
'johanetpirlouit@email.com');
```

```
INSERT INTO Client (prenom, nom, adresse, code_postal, ville, pays, email)
VALUES ('Frank', 'Germain',  NULL, NULL, NULL, NULL,
'francoisgermain@email.com');
INSERT INTO Client (prenom, nom, adresse, code_postal, ville, pays, email)
VALUES ('Maximilien', 'Antoine', 'Rue Moineau, 123', '4580', 'Trocoul',
'Belgique', 'max.antoine@email.com');
INSERT INTO Client (prenom, nom, adresse, code_postal, ville, pays, email)
VALUES ('Hector', 'Di Paolo', NULL, NULL, NULL, NULL, 'hectordipao@email.com');
INSERT INTO Client (prenom, nom, adresse, code_postal, ville, pays, email)
VALUES ('Anaelle', 'Corduro',  NULL, NULL, NULL, NULL,
'ana.corduro@email.com');
INSERT INTO Client (prenom, nom, adresse, code_postal, ville, pays, email)
VALUES ('Eline', 'Faluche', 'Avenue circulaire, 7', '45870', 'Garduche',
'France', 'elinefaluche@email.com');
INSERT INTO Client (prenom, nom, adresse, code_postal, ville, pays, email)
VALUES ('Carine', 'Penni', 'Boulevard Haussman, 85', '1514', 'Plasse',
'Suisse', 'cpenni@email.com');
INSERT INTO Client (prenom, nom, adresse, code_postal, ville, pays, email)
VALUES ('Virginie', 'Broussaille', 'Rue du Fleuve, 18', '45810', 'Houtsiplou',
'France', 'vibrousaille@email.com');
INSERT INTO Client (prenom, nom, adresse, code_postal, ville, pays, email)
VALUES ('Hannah', 'Durant', 'Rue des Pendus, 66', '1514', 'Plasse', 'Suisse',
'hhdurant@email.com');
INSERT INTO Client (prenom, nom, adresse, code_postal, ville, pays, email)
VALUES ('Elodie', 'Delfour', 'Rue de Flore, 1', '3250', 'Belville', 'Belgique',
'e.delfour@email.com');
INSERT INTO Client (prenom, nom, adresse, code_postal, ville, pays, email)
VALUES ('Joel', 'Kestau', NULL, NULL, NULL, NULL, 'joel.kestau@email.com');

-- Insertion de quelques adoptions
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (1, 39, '2008-08-17', '2008-08-17', 735.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (1, 40, '2008-08-17', '2008-08-17', 735.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (2, 18, '2008-06-04', '2008-06-04', 485.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (3, 27, '2009-11-17', '2009-11-17', 200.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (4, 26, '2007-02-21', '2007-02-21', 485.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (4, 41, '2007-02-21', '2007-02-21', 835.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (5, 21, '2009-03-08', '2009-03-08', 200.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (6, 16, '2010-01-27', '2010-01-27', 200.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (7, 5, '2011-04-05', '2011-04-05', 150.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (8, 42, '2008-08-16', '2008-08-16', 735.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (9, 55, '2011-02-13', '2011-02-13', 140.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (9, 54, '2011-02-13', '2011-02-13', 140.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (10, 49, '2010-08-17', '2010-08-17', 140.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (11, 62, '2011-03-01', '2011-03-01', 630.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (12, 69, '2007-09-20', '2007-09-20', 10.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (13, 57, '2012-01-10', '2012-01-10', 700.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
```

```
prix, paye) VALUES (14, 58, '2012-02-25', '2012-02-25', 700.00,  1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (15, 30, '2008-08-17', '2008-08-17', 735.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (11, 32, '2008-08-17', '2010-03-09', 140.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (9, 33, '2007-02-11', '2007-02-11', 835.00, 1);
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye) VALUES (2, 3, '2011-03-12', '2011-03-12', 835.00, 1);
```

La table *Adoption* ne contient pas de colonne *id* auto-incrémentée. Par contre, on a bien défini une clé primaire, mais une clé primaire **composite** (sur plusieurs colonnes). En effet, une adoption est définie par un client adoptant un animal. Il n'est pas nécessaire d'ajouter une colonne supplémentaire pour définir individuellement chaque ligne ; le couple (*client_id, animal_id*) fait très bien l'affaire (il est composé de deux `SMALLINT`, donc les recherches sur cette clé seront rapides).
Notez que nous définissons également un index `UNIQUE` sur la colonne *animal_id*. Par conséquent, on aurait même pu définir directement *animal_id* comme étant la clé primaire. Je trouvais cependant plus logique d'inclure le client dans la définition d'une adoption. C'est un choix plutôt arbitraire, qui a surtout comme avantage de vous montrer un exemple de clé composite.

Syntaxe et utilisation : verrous de table

Les verrous de table sont **les seuls supportés par MyISAM**. Ils sont d'ailleurs principalement utilisés pour pallier en partie l'absence de transactions dans MyISAM.
Les tables InnoDB peuvent également utiliser ce type de verrou.
Pour verrouiller une table, il faut utiliser la commande `LOCK TABLES` :

```
LOCK TABLES nom_table [AS alias_table] [READ | WRITE] [, ...];
```

- En utilisant `READ`, un verrou de lecture sera posé ; c'est-à-dire que les autres sessions pourront toujours lire les données des

tables verrouillées, mais ne pourront plus les modifier.
- En utilisant `WRITE`, un verrou d'écriture sera posé. Les autres sessions ne pourront plus ni lire ni modifier les données des tables verrouillées.

Pour déverrouiller les tables, on utilise `UNLOCK TABLES`. Cela déverrouille toutes les tables verrouillées. Il n'est pas possible de préciser les tables à déverrouiller. Tous les verrous de table d'une session sont relâchés en même temps.

Session ayant obtenu le verrou

Lorsqu'une session acquiert un ou plusieurs verrous de table, cela a plusieurs conséquences pour cette session :

- elle ne peut plus accéder **qu'aux tables sur lesquelles elle a posé un verrou** ;
- elle ne peut accéder à ces tables qu'**en utilisant les noms qu'elle a donnés** lors du verrouillage (soit le nom de la table, soit le/les alias donné(s)) ;
- s'il s'agit d'un **verrou de lecture** (`READ`), elle peut **uniquement lire les données**, pas les modifier.

Exemples : on pose deux verrous, l'un `READ`, l'autre `WRITE`, l'un en donnant un alias au nom de la table, l'autre sans.

```
LOCK TABLES Espece READ,
-- On pose un verrou de lecture sur Espece
            Adoption AS adopt WRITE;
-- et un verrou d'écriture sur Adoption avec l'alias adopt
```

Voyons maintenant le résultat de ces différentes requêtes.
1. Sélection dans *Espece*, sans alias.

```
SELECT id, nom_courant FROM Espece;
```

id	nom_courant
1	Chien
2	Chat
3	Tortue d'Hermann
4	Perroquet amazone
5	Rat brun

Pas de problème, on a bien un verrou sur *Espece*, sans alias.
2. Sélection dans *Espece*, avec alias.

```
SELECT id, nom_courant
FROM Espece AS table_espece;
```

```
ERROR 1100 (HY000): Table 'table_espece' was not locked with LOCK TABLES
```

Par contre, si l'on essaye d'utiliser un alias, cela ne fonctionne pas. Le verrou est posé sur *Espece*, pas sur *Espece* `AS` *table_espece*.
3. Modification dans *Espece*, sans alias.

```
UPDATE Espece
SET description = 'Petit piaf bruyant'
WHERE id = 4;
```

```
ERROR 1099 (HY000): Table 'Espece' was locked with a READ lock and can't be
updated
```

Avec ou sans alias, impossible de modifier la table *Espece*, puisque le verrou que l'on possède dessus est un verrou de lecture.
4. Sélection dans *Adoption*, sans alias.

```
SELECT client_id, animal_id
FROM Adoption;
```

```
ERROR 1100 (HY000): Table 'Adoption' was not locked with LOCK TABLES
```

Cette fois, c'est le contraire, sans alias, ça ne passe pas.
5. Sélection dans *Adoption*, avec alias.

```
SELECT client_id, animal_id
FROM Adoption AS adopt
WHERE client_id = 4;
```

client_id	animal_id
4	26
4	41

6. Modification dans *Adoption*, sans alias.

```
UPDATE Adoption
```

```
SET paye = 0
WHERE client_id = 10 AND animal_id = 49;
```

```
ERROR 1100 (HY000): Table 'Adoption' was not locked with LOCK TABLES
```

Idem pour la modification, l'alias est indispensable.
7. Modification dans *Adoption*, avec alias.

```
UPDATE Adoption AS adopt
SET paye = 0
WHERE client_id = 10 AND animal_id = 49;
```

```
Query OK, 1 row affected (0.03 sec)
```

Il faut donc penser à acquérir tous les verrous nécessaires aux requêtes à exécuter. De plus, il faut les obtenir **en une seule requête** `LOCK TABLES`. En effet, `LOCK TABLES` commence par enlever tous les verrous de table de la session avant d'en acquérir de nouveaux.
Il est bien entendu possible de poser plusieurs verrous sur la même table en une seule requête afin de verrouiller son nom ainsi qu'un ou plusieurs alias.
Exemples : on pose un verrou de lecture sur *Adoption*, puis avec une seconde requête, on pose deux verrous de lecture sur la table *Espece*, l'un avec alias, l'autre sans.

```
UNLOCK TABLES;
-- On relâche d'abord les deux verrous précédents

LOCK TABLES Adoption READ;
LOCK TABLES Espece READ, Espece AS table_espece READ;
```

Une fois ces deux requêtes effectuées, nous aurons donc bien deux verrous de lecture sur la table *Espece* : un avec son nom, l'autre avec un alias. Par contre, le verrou sur *Adoption* n'existera plus puisqu'il aura été relâché par l'exécution de la seconde requête `LOCK TABLES`.
1. Sélection dans *Espece*, sans alias.

```
SELECT id, nom_courant FROM Espece;
```

id	nom_courant
1	Chien
2	Chat

3	Tortue d'Hermann
4	Perroquet amazone
5	Rat brun

2. Sélection dans *Espece*, avec alias.

```
SELECT id, nom_courant FROM Espece AS table_espece;
```

id	nom_courant
1	Chien
2	Chat
3	Tortue d'Hermann
4	Perroquet amazone
5	Rat brun

Avec ou sans alias, on peut sélectionner les données de la table *Espece*, puisque l'on a un verrou sur *Espece* et sur *Espece* `AS` *table_espece*.
3. Sélection dans *Espece*, avec mauvais alias.

```
SELECT id, nom_courant FROM Espece AS table_esp;
```

```
ERROR 1100 (HY000): Table 'table_esp' was not locked with LOCK TABLES
```

Bien entendu, cela ne fonctionne que pour l'alias que l'on a donné lors du verrouillage.
4. Sélection dans *Adoption*, sans alias.

```
SELECT * FROM Adoption;
```

```
ERROR 1100 (HY000): Table 'Adoption' was not locked with LOCK TABLES
```

Le verrou sur *Adoption* a été relâché lorsque l'on a posé les verrous sur *Espece*. On ne peut donc pas lire les données d'*Adoption* (avec ou sans alias).

Conséquences pour les autres sessions

Si une session a obtenu un **verrou de lecture** sur une table, les autres sessions :

- peuvent lire les données de la table ;
- peuvent également acquérir un verrou de lecture sur cette table ;
- ne peuvent pas modifier les données, ni acquérir un verrou d'écriture sur cette table.

Si par contre une session a obtenu un **verrou d'écriture**, les autres sessions ne peuvent absolument pas accéder à cette table tant que ce verrou existe.
Exemples : ouvrez un deuxième client MySQL et connectez-vous à votre base de données, afin d'avoir deux sessions ouvertes.
1. Sélection sur des tables verrouillées à partir d'une autre session.
Session 1 :

```
LOCK TABLES Client READ,         -- Verrou de lecture sur Client
            Adoption WRITE;      -- Verrou d'écriture sur Adoption
```

Session 2 :

```
SELECT id, nom, prenom, ville, email
FROM Client
WHERE ville = 'Houtsiplou';
```

id	nom	prenom	ville	email
1	Dupont	Jean	Houtsiplou	jean.dupont@email.com
12	Broussaille	Virginie	Houtsiplou	vibrousaille@email.com

La sélection sur *Client* se fait sans problème.
Session 2 :

```
SELECT *
FROM Adoption
WHERE client_id = 4;
```

Par contre, la sélection sur *Adoption* ne passe pas. La session se bloque, jusqu'à ce que la session 1 déverrouille les tables avec `UNLOCK TABLES`.
2. Modification sur des tables verrouillées à partir d'une autre session.
Reverrouillez les tables avec la session 1 :

```
LOCK TABLES Client READ,         -- Verrou de lecture sur Client
            Adoption WRITE;      -- Verrou d'écriture sur Adoption
```

Session 2 :

```
UPDATE Client
SET pays = 'Suisse'
WHERE id = 5;
```

La modification sur *Client*, contrairement à la sélection, est bloquée jusqu'au déverrouillage. Déverrouillez puis verrouillez à nouveau avec la session 1.
Session 2:

```
UPDATE Adoption
SET paye = 1
WHERE client_id = 3;
```

Bien entendu, la modification sur la table *Adoption* attend également que les verrous soient relâchés par la session 1.
En ce qui concerne la pose de verrous de table par les autres sessions, faites vos propres tests, mais simplement : si une session peut lire les données d'une table, elle peut également poser un verrou de lecture. Si une session peut modifier les données d'une table, elle peut également poser un verrou d'écriture.

Interaction avec les transactions

Si l'on utilise des tables MyISAM, il n'y a évidemment aucune précaution particulière à prendre par rapport aux transactions lorsqu'on utilise des verrous de table (les tables MyISAM étant non-transactionnelles). Par contre, si on utilise des tables InnoDB, il convient d'être prudent. En effet :

- `START TRANSACTION` ôte les verrous de table ;
- les commandes `LOCK TABLES` et `UNLOCK TABLES` provoquent une validation implicite si elles sont exécutées à l'intérieur d'une transaction.

Pour utiliser à la fois les transactions et les verrous de table, il faut renoncer à démarrer explicitement les transactions, et donc utiliser le mode non-autocommit. Lorsque l'on est dans ce mode, il est facile de contourner la validation implicite provoquée par `LOCK TABLES` et `UNLOCK TABLES` : il suffit d'appeler `LOCK TABLES` avant toute modification de données, et de commiter/annuler les modifications

avant d'exécuter `UNLOCK TABLES`.
Exemple :

```
SET autocommit = 0;
LOCK TABLES Adoption WRITE;
-- La validation implicite ne commite rien puisque aucun changement n'a été
fait

UPDATE Adoption SET date_adoption = NOW() WHERE client_id = 9 AND animal_id =
54;
SELECT client_id, animal_id, date_adoption FROM Adoption WHERE client_id = 9;

ROLLBACK;
UNLOCK TABLES;
-- On a annulé les changements juste avant donc la validation implicite n'a
aucune conséquence
SELECT client_id, animal_id, date_adoption FROM Adoption WHERE client_id = 9;
SET autocommit = 1;
```

Syntaxe et utilisation : verrous de ligne

Ces verrous ne peuvent pas être posés sur une table utilisant le moteur MyISAM ! Tout ce qui est dit ici concerne les tables InnoDB uniquement.

Comme les verrous de table, les verrous de ligne peuvent être de deux types :

- **Les verrous partagés** : permettent aux autres sessions de lire les données, mais pas de les modifier (équivalents aux verrous de table de lecture) ;
- **Les verrous exclusifs** : ne permettent ni la lecture ni la modification des données (équivalents aux verrous d'écriture).

Requêtes de modification, insertion

et suppression

- Les requêtes de **modification et suppression** des données **posent automatiquement un verrou exclusif sur les lignes concernées**, à savoir les lignes sélectionnées par la clause `WHERE` si un index est utilisable (comme nous verrons plus loin), ou sur toutes les lignes de la table dans le cas contraire.
- Les requêtes d'insertion quant à elles posent un **verrou exclusif sur la ligne insérée**.

Requêtes de sélection

Les requêtes de sélection, par défaut, ne posent pas de verrous. Il faut donc en poser explicitement au besoin.

Verrou partagé

Pour poser un verrou partagé, on utilise `LOCK IN SHARE MODE` à la fin de la requête `SELECT`.

```
SELECT * FROM Animal WHERE espece_id = 5 LOCK IN SHARE MODE;
```

Cette requête pose donc un verrou partagé sur les lignes de la table *Animal* pour lesquelles *espece_id* vaut 5.
Ce verrou signifie en fait, pour les autres sessions : "Je suis en train de lire ces données. Vous pouvez venir les lire aussi, mais pas les modifier tant que je n'ai pas terminé.".

Verrou exclusif

Pour poser un verrou exclusif, on utilise `FOR UPDATE` à la fin de la requête `SELECT`.

```
SELECT * FROM Animal WHERE espece_id = 5 FOR UPDATE;
```

Ce verrou signifie aux autres sessions : "Je suis en train de lire ces données dans le but probable de faire une modification. Ne les lisez pas avant que j'aie fini (et bien sûr, ne les modifiez pas).".

Transactions et fin d'un verrou de ligne

Les verrous de ligne ne sont donc pas posés par des commandes spécifiques, mais par des requêtes de sélection, insertion ou modification.
Ces verrous existent donc uniquement tant que la requête qui les a posés interagit avec les données.
Par conséquent, ce type de verrou s'utilise en conjonction avec les transactions. En effet, hors transaction, dès qu'une requête est lancée, elle est effectuée et les éventuelles modifications des données sont immédiatement validées.
Par contre, dans le cas d'une requête faite dans une transaction, les changements ne sont pas validés tant que la transaction n'a pas été commitée. Donc, à partir du moment où une requête a été exécutée dans une transaction, et jusqu'à la fin de la transaction (`COMMIT` ou `ROLLBACK`), la requête a **potentiellement** un effet sur les données. C'est à ce moment-là (quand une requête a été exécutée mais pas validée ou annulée) qu'il est intéressant de verrouiller les données qui vont **potentiellement être modifiées** (ou supprimées) par la transaction.
Un verrou de ligne est donc lié à la transaction dans laquelle il est posé. Dès que l'on fait un `COMMIT` ou un `ROLLBACK` de la transaction, le verrou est levé.

Exemples

Verrou posé par une requête de modification

Session 1 :

```
START TRANSACTION;

UPDATE Client SET pays = 'Suisse'
WHERE id = 8;
-- un verrou exclusif sera posé sur la ligne avec id = 8
```

Session 2:

```
START TRANSACTION;

SELECT * FROM Client
WHERE id = 8;
-- pas de verrou

SELECT * FROM Client
WHERE id = 8
LOCK IN SHARE MODE;
-- on essaye de poser un verrou partagé
```

La première session a donc posé un verrou exclusif automatiquement en faisant un `UPDATE`.
La seconde session fait d'abord une simple sélection, sans poser de verrou. Pas de problème, la requête passe.

Ah ? La requête passe ? Et c'est normal ? Et le verrou exclusif alors ?

Oui, c'est normal et c'est important de comprendre pourquoi.
En fait, lorsqu'une session **démarre une transaction**, **elle prend en quelque sorte une photo des tables dans leur état actuel** (les modifications non commitées n'étant pas visibles). La transaction va alors travailler sur la base de cette photo, tant qu'on ne lui demande pas d'aller vérifier que les données n'ont pas changé. Donc le `SELECT` ne voit pas les changements, et ne se heurte pas au verrou, puisque celui-ci est posé sur les lignes de la table, et non pas sur la photo de cette table que détient la session.

Et comment fait-on pour demander à la session d'actualiser sa photo ?

On lui demande de poser un verrou ! Lorsqu'une session **pose un verrou** sur une table, elle est obligée de travailler vraiment avec la table, et pas sur sa photo. Elle va donc aller chercher les dernières infos disponibles, et actualiser sa photo par la même occasion.
On le voit bien avec la seconde requête, qui tente de poser un verrou partagé (qui vise donc uniquement la lecture). Elle va d'abord chercher les lignes les plus à jour et tombe sur le verrou posé par la première session ; elle se retrouve alors bloquée jusqu'à ce que la première session ôte le verrou exclusif.
Session 1 :

```
COMMIT;
```

En committant les changements de la session 1, le verrou exclusif posé par la requête de modification est relâché. La session 2 est donc libre de poser à son tour un verrou partagé.
On peut également essayer la même manœuvre, avec cette fois-ci un `UPDATE` plutôt qu'un `SELECT ... LOCK IN SHARE MODE` (donc une requête qui va tenter de poser un verrou exclusif plutôt qu'un verrou partagé).
Session 1 :

```
START TRANSACTION;

UPDATE Adoption SET paye = 0
WHERE client_id = 11;
```

Session 2 :

```
START TRANSACTION;

UPDATE Adoption SET paye = 1
WHERE animal_id = 32; -- l'animal 32 a été adopté par le client 11
```

Comme prévu, la seconde session est bloquée, jusqu'à ce que la première session termine sa transaction. Validez la transaction de la première session, puis de la seconde. Le comportement sera le même si la deuxième session fait un `DELETE` sur les lignes verrouillées, ou un `SELECT ... FOR UPDATE`.

Verrou posé par une requête d'insertion

Session 1 :

```
START TRANSACTION;

INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, prix)
VALUES (12, 75, NOW(), 10.00);
```

Session 2 :

```
SELECT * FROM Adoption
WHERE client_id > 13
LOCK IN SHARE MODE;

SELECT * FROM Adoption
WHERE client_id < 13
LOCK IN SHARE MODE;
```

La première session insère une adoption pour le client 12 et pose un verrou exclusif sur cette ligne.
La seconde session fait deux requêtes `SELECT` en posant un verrou partagé : l'une qui sélectionne les adoptions des clients avec un id supérieur à 13 ; l'autre qui sélectionne les adoptions des clients avec un id inférieur à 13.
Seule la seconde requête `SELECT` se heurte au verrou posé par la première session, puisqu'elle tente de récupérer notamment les adoptions du client 12, dont une est verrouillée.
Dès que la session 1 commite l'insertion, la sélection se fait dans la session 2.
Session 1 :

```
COMMIT;
```

Verrou posé par une requête de sélection

Voyons d'abord le comportement d'un verrou partagé, posé par **`SELECT ... LOCK IN SHARE MODE`**.
Session 1 :

```
START TRANSACTION;

SELECT * FROM Client
WHERE id < 5
LOCK IN SHARE MODE;
```

Session 2 :

```
START TRANSACTION;

SELECT * FROM Client
WHERE id BETWEEN 3 AND 8;

SELECT * FROM Client
WHERE id BETWEEN 3 AND 8
LOCK IN SHARE MODE;

SELECT * FROM Client
WHERE id BETWEEN 3 AND 8
FOR UPDATE;
```

La première session pose un verrou partagé sur les clients 1, 2, 3 et 4.
La seconde session fait trois requêtes de sélection. Toutes les trois concernent les clients 3 à 8 (dont les deux premiers sont verrouillés).

- Requête 1 : ne pose aucun verrou (travaille sur une "photo" de la table et pas sur les vraies données) donc s'effectue sans souci.
- Requête 2 : pose un verrou partagé, ce qui est faisable sur une ligne verrouillée par un verrou partagé. Elle s'effectue également.
- Requête 3 : tente de poser un verrou exclusif, ce qui lui est refusé.

Bien entendu, des requêtes `UPDATE` ou `DELETE` (posant des verrous exclusifs) faites par la deuxième session se verraient, elles aussi, bloquées.
Terminez les transactions des deux sessions (par un rollback ou un commit).
Quant aux requêtes `SELECT ... FOR UPDATE` posant un verrou exclusif, elles provoqueront exactement les mêmes effets qu'une requête `UPDATE` ou `DELETE` (après tout, un verrou exclusif, c'est un verrou exclusif).
Session 1 :

```
START TRANSACTION;

SELECT * FROM Client
WHERE id < 5
FOR UPDATE;
```

Session 2 :

```
START TRANSACTION;

SELECT * FROM Client
WHERE id BETWEEN 3 AND 8;

SELECT * FROM Client
WHERE id BETWEEN 3 AND 8
LOCK IN SHARE MODE;
```

Cette fois-ci, même la requête `SELECT ... LOCK IN SHARE MODE` de la seconde session est bloquée (comme le serait une requête `SELECT ... FOR UPDATE`, ou une requête `UPDATE`, ou une requête `DELETE`).

En résumé

- On pose un verrou partagé lorsqu'on fait une requête dans le but de lire des données.
- On pose un verrou exclusif lorsqu'on fait une requête dans le but (immédiat ou non) de modifier des données.
- Un verrou partagé sur les lignes *x* va permettre aux autres sessions d'obtenir également un verrou partagé sur les lignes *x*, mais pas d'obtenir un verrou exclusif.
- Un verrou exclusif sur les lignes *x* va empêcher les autres sessions d'obtenir un verrou sur les lignes *x*, qu'il soit partagé ou exclusif.

En fait, ils portent plutôt bien leurs noms ces verrous !

Rôle des index

Tentons une nouvelle expérience.
Session 1 :

```
START TRANSACTION;
```

```
UPDATE Animal
SET commentaires = CONCAT_WS(' ', 'Animal fondateur.', commentaires)
-- On ajoute une phrase de commentaire
WHERE date_naissance < '2007-01-01';
-- à tous les animaux nés avant 2007
```

Session 2 :

```
START TRANSACTION;
UPDATE Animal
SET commentaires = 'Aveugle'
-- On modifie les commentaires
WHERE date_naissance = '2008-03-10 13:40:00';
-- De l'animal né le 10 mars 2008 à 13h40
```

Dans la session 1, on fait un `UPDATE` sur les animaux nés avant 2007. On s'attend donc à pouvoir utiliser les animaux nés après dans une autre session, puisque InnoDB pose des verrous sur les lignes et pas sur toute la table.
Pourtant, la session 2 semble bloquée lorsque l'on fait un `UPDATE` sur un animal né en 2008.
Faites un rollback sur la session 1 ; ceci débloque la session 2.
Annulez également la requête de cette session.

Ce comportement est donc en contradiction avec ce qu'on obtenait précédemment.
Quelle est la différence ?

Le sous-titre vous a évidemment soufflé la réponse : la différence se trouve au niveau des index. Voyons donc ça !
Voici une commande qui va vous afficher les index présents sur la table *Animal* :

```
SHOW INDEX FROM Animal;
```

Table	Non_unique	Key_name	Column_name	Null
Animal	0	PRIMARY	id	
Animal	0	ind_uni_nom_es	nom	YES
Animal	0	ind_uni_nom_es	espece_id	
Animal	1	fk_race_id	race_id	YES
Animal	1	fk_espece_id	espece_id	
Animal	1	fk_mere_id	mere_id	YES
Animal	1	fk_pere_id	pere_id	YES

Une partie des colonnes du résultat montré ici a été retirée pour des raisons de clarté.

Nous avons donc des index sur les colonnes suivantes : *id*, *nom*, *mere_id*, *pere_id*, *espece_id* et *race_id*.
Mais aucun index sur la colonne *date_naissance*.
Il semblerait donc que lorsque l'on pose un verrou, avec dans la clause `WHERE` de la requête une colonne indexée (*espece_id*), le verrou est bien posé uniquement sur les lignes pour lesquelles *espece_id* vaut la valeur recherchée.
Par contre, si dans la clause `WHERE` on utilise une colonne non-indexée (*date_naissance*), MySQL n'est pas capable de déterminer quelles lignes doivent être bloquées, donc on se retrouve avec toutes les lignes bloquées.

Pourquoi faut-il un index pour pouvoir poser un verrou efficacement ?

C'est très simple ! Vous savez que lorsqu'une colonne est indexée (que ce soit un index simple, unique, ou une clé primaire ou étrangère), MySQL stocke les valeurs de cette colonne **en les triant**.
Du coup, lors d'une recherche sur l'index, pas besoin de parcourir toutes les lignes, il peut utiliser des algorithmes de recherche performants et trouver facilement les lignes concernées.
S'il n'y a pas d'index par contre, toutes les lignes doivent être parcourues chaque fois que la recherche est faite, et il n'y a donc pas moyen de verrouiller simplement une partie de l'index (donc une partie des lignes). Dans ce cas, MySQL verrouille toutes les lignes.
Cela fait une bonne raison de plus de mettre des index sur les colonnes qui servent fréquemment dans vos clauses `WHERE` !
Encore une petite expérience pour illustrer le rôle des index dans le verrouillage de lignes :
Session 1 :

```
START TRANSACTION;
UPDATE Animal  -- Modification de tous les rats
SET commentaires = CONCAT_WS(' ', 'Très intelligent.', commentaires)
WHERE espece_id = 5;
```

Session 2 :

```
START TRANSACTION;
UPDATE Animal
SET commentaires = 'Aveugle'
WHERE id = 34; -- Modification de l'animal 34 (un chat)
UPDATE Animal
SET commentaires = 'Aveugle'
WHERE id = 72; -- Modification de l'animal 72 (un rat)
```

La session 1 se sert de l'index sur *espece_id* pour verrouiller les lignes contenant des rats bruns. Pendant ce temps, la session 2 veut modifier deux animaux : un chat et un rat, en se basant sur leur *id*. La modification du chat se fait sans problème, par contre, la modification du rat est bloquée, tant que la transaction de la session 1 est ouverte.
Faites un rollback des deux transactions.
On peut conclure de cette expérience que, bien que MySQL utilise les index pour verrouiller les lignes, il n'est pas nécessaire d'utiliser le même index pour avoir des accès concurrents.

Lignes fantômes et index de clé suivante

Qu'est-ce qu'une ligne fantôme ?

Dans une session, démarrons une transaction et sélectionnons toutes les adoptions faites par les clients dont l'*id* dépasse 13, avec un verrou exclusif.
Session 1 :

```
START TRANSACTION;

SELECT * FROM Adoption WHERE client_id > 13 FOR UPDATE;
-- ne pas oublier le FOR UPDATE pour poser le verrou
```

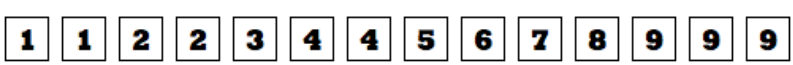
La requête va poser un verrou exclusif sur toutes les lignes dont *client_id* vaut 14 ou plus.

client_id	animal_id	date_reservation	date_adoption	prix	payé
14	58	2012-02-25	2012-02-25	700.00	1
15	30	2008-08-17	2008-08-17	735.00	1

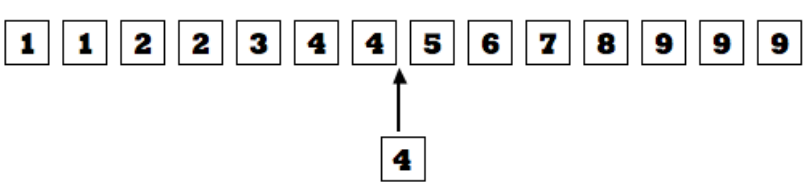
Imaginons maintenant qu'une seconde session démarre une transaction à ce moment-là, insère et commite une ligne dans *Adoption* pour le client 15.
Si, par la suite, la première session refait la même requête de sélection avec verrou exclusif, elle va faire apparaître une troisième ligne de résultat : l'adoption nouvellement insérée (étant donné que pour poser le verrou, la session va aller chercher les données les plus à jour, prenant en compte le commit de la seconde session). Cette ligne nouvellement apparue malgré les verrous est une "ligne fantôme".
Pour pallier ce problème, qui est contraire au principe d'isolation, **les verrous posés par des requêtes de lecture, de modification et de suppression sont des verrous dits "de clé suivante"** ; ils empêchent l'insertion d'une ligne dans les espaces entre les lignes verrouillées, ainsi que dans l'espace juste après les lignes verrouillées.

L'espace entre ? L'espace juste après ?

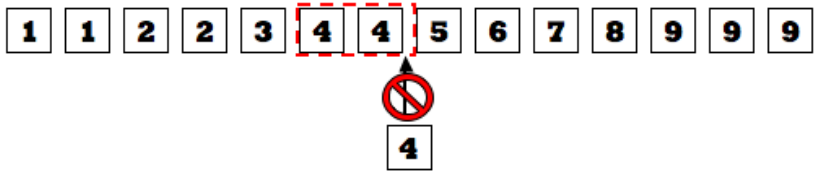
Nous avons vu que les verrous se basent sur les index pour verrouiller uniquement les lignes nécessaires. Voici un petit schéma qui vous expliquera ce qu'est cet "index de clé suivante".
On peut représenter l'index sur *client_id* de la table *Adoption* de la manière suivante (je ne mets que les *client_id* < 10) :



Représentation de l'index sur client_id
Si l'on insère une adoption avec 4 pour *client_id*, l'index va être réorganisé de la manière suivante :



Insertion d'une nouvelle valeur dans l'index
Mais, si l'on pose un verrou de clé suivante sur l'index, sur les lignes dont *client_id* vaut 4, on va alors verrouiller **les lignes, les espaces entre les lignes et les espaces juste après**. Ceci va bloquer l'insertion de la nouvelle ligne :



Verrou de clé suivante
Démonstration
On a toujours un verrou exclusif (grâce à notre `SELECT ... FOR UPDATE`) sur les *client_id* supérieurs à 14 dans la session 1 (sinon, reposez-le).
Session 2 :

```
START TRANSACTION;

INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, prix)
VALUES (15, 61, NOW(), 735.00);
```

L'insertion est bloquée ! Pas de risque de voir apparaître une ligne fantôme.
Annulez les deux transactions.

Exception

Si la clause `WHERE` concerne un index `UNIQUE` (cela inclut bien sûr les clés primaires) et recherche une seule valeur (exemple : `WHERE id = 4`), alors seule la ligne concernée (si elle existe) est verrouillée, et pas l'espace juste après dans l'index. Forcément, s'il s'agit d'un index `UNIQUE`, l'insertion d'une nouvelle valeur ne changera rien : `WHERE id = 4` ne renverra jamais qu'une seule ligne.

Pourquoi poser un verrou exclusif avec une requête SELECT ?

Après tout, une requête `SELECT` ne fait jamais que lire des données. Que personne ne puisse les modifier pendant qu'on est en train de les lire, c'est tout à fait compréhensible. Mais pourquoi carrément interdire aux autres de les lire aussi ?
Tout simplement parce que certaines données sont lues dans le but prévisible et avoué de les modifier immédiatement après.
L'exemple typique est la vérification de stock dans un magasin (ou dans un élevage d'animaux).
Un client arrive et veut adopter un chat, on vérifie donc les chats disponibles pour l'adoption, en posant un verrou partagé :
Session 1 :

```
START TRANSACTION;

SELECT Animal.id, Animal.nom, Animal.date_naissance, Race.nom as race,
COALESCE(Race.prix, Espece.prix) as prix
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
LEFT JOIN Race ON Animal.race_id = Race.id
-- Jointure externe, on ne veut pas que les chats de race
WHERE Espece.nom_courant = 'Chat'
-- Uniquement les chats...
AND Animal.id NOT IN (SELECT animal_id FROM Adoption)
-- ... qui n'ont pas encore été adoptés
LOCK IN SHARE MODE;
```

id	nom	date_naissance	race	prix
2	Roucky	2010-03-24 02:23:00	NULL	150.00
8	Bagherra	2008-09-11 15:38:00	Maine coon	735.00
29	Fiero	2009-05-14 06:30:00	Singapura	985.00
31	Filou	2008-02-20 15:45:00	Bleu russe	835.00
34	Capou	2008-04-20 03:22:00	Maine coon	735.00
35	Raccou	2006-05-19 16:56:00	Bleu russe	835.00
36	Boucan	2009-05-14 06:42:00	Singapura	985.00
37	Callune	2006-05-19 16:06:00	Nebelung	985.00
38	Boule	2009-05-14 06:45:00	Singapura	985.00
43	Cracotte	2007-03-12 11:54:00	Maine coon	735.00
44	Cawette	2006-05-19 16:16:00	Nebelung	985.00

61	Yoda	2010-11-09 00:00:00	Maine coon	735.00

Je rappelle que la fonction COALESCE() prend un nombre illimité de paramètres, et renvoie le premier paramètre non NULL qu'elle rencontre. Donc ici, s'il s'agit d'un chat de race, Race.prix ne sera pas NULL et sera donc renvoyé. Par contre, s'il n'y a pas de race, Race.prix sera NULL, mais pas Especе.prix, qui sera alors sélectionné.

Si, pendant que le premier client fait son choix, un second client arrive, qui veut adopter un chat Maine Coon, il va également chercher la liste des chats disponibles. Et vu qu'on travaille pour l'instant en verrous partagés, il va pouvoir l'obtenir.
Session 2 :

```
START TRANSACTION;

SELECT Animal.id, Animal.nom, Animal.date_naissance, Race.nom as race,
COALESCE(Race.prix, Especе.prix) as prix
FROM Animal
INNER JOIN Especе ON Animal.especе_id = Especе.id
INNER JOIN Race ON Animal.race_id = Race.id            -- Jointure interne
cette fois
WHERE Race.nom = 'Maine Coon'                          -- Uniquement les Maine
Coon...
AND Animal.id NOT IN (SELECT animal_id FROM Adoption)  -- ... qui n'ont pas
encore été adoptés
LOCK IN SHARE MODE;
```

id	nom	date_naissance	race	prix
8	Bagherra	2008-09-11 15:38:00	Maine coon	735.00
34	Capou	2008-04-20 03:22:00	Maine coon	735.00
43	Cracotte	2007-03-12 11:54:00	Maine coon	735.00
61	Yoda	2010-11-09 00:00:00	Maine coon	735.00

C'est alors que le premier client, M. Dupont, décide de craquer pour Bagherra.

```
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, prix, paye)
SELECT id, 8, NOW(), 735.00, 1
FROM Client
WHERE email = 'jean.dupont@email.com';

COMMIT;
```

Et M. Durant jette également son dévolu sur Bagherra (qui est décidément très très mignon) !

```
INSERT INTO Client (nom, prenom, email)
VALUES ('Durant', 'Philippe', 'phidu@email.com');

INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, prix, paye)
VALUES (LAST_INSERT_ID(), 8, NOW(), 735.00, 0);
```

L'insertion dans *Client* fonctionne mais l'insertion dans *Adoption* pose problème :

```
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry '8' for key 'ind_uni_animal_id'
```

Et pour cause : Bagherra vient d'être adopté, à l'instant.
Furieux, M. Durant s'en va, et l'élevage a perdu un client. Il ne reste plus qu'à annuler sa transaction.
C'est pour éviter ce genre de situation qu'il vaut parfois mieux mettre un verrou exclusif sur une sélection. Si l'on sait que cette sélection sert à déterminer quels changements vont être faits, ce n'est pas la peine de laisser quelqu'un d'autre lire des informations qui cesseront d'être justes incessamment sous peu.

Niveaux d'isolation

Nous avons vu que par défaut :

- lorsque l'on démarre une transaction, la session prend une photo des tables, et travaille uniquement sur cette photo (donc sur des données potentiellement périmées) tant qu'elle

ne pose pas un verrou ;
- les requêtes `SELECT` ne posent pas de verrous si l'on ne le demande pas explicitement ;
- les requêtes **`SELECT ... LOCK IN SHARE MODE`**, **`SELECT ... FOR UPDATE`**, `DELETE` et `UPDATE` posent un verrou de clé suivante (sauf dans le cas d'une recherche sur index unique, avec une valeur unique).

Ce comportement est **défini par le niveau d'isolation** des transactions.

Syntaxe

Pour définir le niveau d'isolation des transactions, on utilise la requête suivante :

```
SET [GLOBAL | SESSION] TRANSACTION ISOLATION LEVEL { READ UNCOMMITTED | READ COMMITTED | REPEATABLE READ | SERIALIZABLE }
```

- Le mot-clé `GLOBAL` définit le niveau d'isolation pour toutes les sessions MySQL qui seront créées dans le futur. Les sessions existantes ne sont pas affectées.
- `SESSION` définit le niveau d'isolation pour la session courante.
- Si l'on ne précise ni `GLOBAL`, ni `SESSION`, le niveau d'isolation défini ne concernera que la prochaine transaction que l'on ouvrira dans la session courante.

Les différents niveaux

REPEATABLE READ

Il s'agit du **niveau par défaut**, celui avec lequel vous travaillez depuis le début. *Repeatable read* signifie "lecture répétable", c'est-à-dire que si l'on fait plusieurs requêtes de sélection (**non-**

verrouillantes) de suite, elles donneront toujours le même résultat, quels que soient les changements effectués par d'autres sessions.
Si l'on pense à bien utiliser les verrous là où c'est nécessaire, c'est un niveau d'isolation tout à fait suffisant.

READ COMMITTED

Avec ce niveau d'isolation, chaque requête `SELECT` (non-verrouillante) va reprendre une "photo" à jour de la base de données, même si plusieurs `SELECT` se font dans la même transaction. Ainsi, un `SELECT` verra toujours les derniers changements commités, même s'ils ont été faits dans une autre session, après le début de la transaction.

READ UNCOMMITTED

Le niveau `READ UNCOMMITTED` fonctionne comme `READ COMMITTED`, si ce n'est qu'il autorise la "lecture sale". C'est-à-dire qu'une session sera capable de lire des changements encore non commités par d'autres sessions.
Exemple
Session 1 :

```
START TRANSACTION;

UPDATE Race
SET prix = 0
WHERE id = 7;
```

Session 2 :

```
SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL READ UNCOMMITTED;
START TRANSACTION;

SELECT id, nom, espece_id, prix FROM Race;
```

id	nom	espece_id	prix
1	Berger allemand	1	485.00
2	Berger blanc suisse	1	935.00
3	Singapura	2	985.00
4	Bleu russe	2	835.00
5	Maine coon	2	735.00
7	Sphynx	2	0.00
8	Nebelung	2	985.00

9	Rottweiller	1	600.00

La modification faite par la session 1 n'a pas été commitée. Elle ne sera donc potentiellement jamais validée, auquel cas, elle n'affectera jamais les données.
Pourtant, la session 2 voit ce changement de données non-commitées. "Lecture sale" n'a pas une connotation négative par hasard, bien entendu ! Aussi, évitez de travailler avec ce niveau d'isolation.
Annulez la modification de données réalisée par la session 1 et terminez la transaction de la seconde session.

SERIALIZABLE

Ce niveau d'isolation se comporte comme `REPEATABLE READ`, sauf que lorsque le mode autocommit est désactivé, tous les `SELECT` simples sont implicitement convertis en `SELECT ... LOCK IN SHARE MODE`.

En résumé

- Les verrous permettent de **restreindre, voire interdire, l'accès à une partie des données**.
- Les **verrous de table** peuvent s'utiliser sur des tables transactionnelles et non-transactionnelles, contrairement aux **verrous de ligne** qui ne sont disponibles que pour des tables transactionnelles.
- Les **verrous de lecture (tables) et partagés (lignes)** permettent aux autres sessions de lire les données verrouillées, mais pas de les modifier. Les **verrous d'écriture (tables) et exclusif (lignes)** par contre, ne permettent aux autres sessions ni de lire, ni de modifier les données verrouillées.
- Les verrous de ligne s'utilisent **avec les transactions**, et dépendent des **index**.
- Les requêtes de **suppression, modification et insertion posent automatiquement un verrou** de ligne exclusif de clé suivante sur les lignes concernées par la requête. Les requêtes de sélection par contre, ne posent pas de verrou par défaut, il faut en poser un explicitement.
- Le comportement par défaut des verrous de ligne est défini

par le **niveau d'isolation des transactions**, qui est modifiable.

Chapitre 30

Requêtes préparées

Après les verrous et les transactions, voici une troisième notion importante pour la sécurisation des requêtes : les requêtes préparées.
Une requête préparée, c'est en quelque sorte **une requête stockée en mémoire** (pour la session courante), et **que l'on peut exécuter** à loisir. Mais avant d'entrer dans le vif du sujet, nous allons faire un détour par **les variables utilisateur**, qui sont indispensables aux requêtes préparées.
Dans ce chapitre, nous apprendrons donc :

- ce que sont les variables utilisateur et comment les définir ;
- ce qu'est une requête préparée ;
- comment créer, exécuter et supprimer une requête préparée ;
- la manière d'utiliser les requêtes préparées ;
- en quoi les requêtes préparées sont utiles pour la sécurisation

d'une application ;
- comment et dans quel cas on peut gagner en performance en utilisant les requêtes préparées.

Variables utilisateur

Définitions

Variable

Une variable est une **information stockée**, constituée d'un **nom** et d'une **valeur**.
On peut par exemple avoir la variable *age* (son nom), ayant pour valeur *24*.

Variable utilisateur

Une variable utilisateur est une variable, **définie par l'utilisateur**.
Les variables utilisateur MySQL doivent toujours être **précédées du signe @**.
Une variable utilisateur peut contenir quatre types de valeur :

- un entier (ex. : `24`) ;
- un réel (ex. : `7,8`) ;
- une chaîne de caractères (ex. : `'Hello World !'`) ;
- une chaîne binaire, auquel cas il faut faire précéder la chaîne du caractère b (ex. : `b'011001'`). Nous n'en parlerons pas dans ce cours.

Pour les noms de vos variables utilisateur utilisez uniquement des lettres, des chiffres, des _, des $ et des .. Attention au fait que les noms des variables ne

sont pas sensibles à la casse : @A est la même variable utilisateur que @a.

Il existe également ce qu'on appelle des **variables système**, qui sont des variables prédéfinies par MySQL, et des variables locales, que nous verrons avec les procédures stockées.

Créer et modifier une variable utilisateur

SET

La manière la plus classique de créer ou modifier une variable utilisateur est d'utiliser la commande `SET`.

```
SET @age = 24;                                    -- Ne pas oublier le @
SET @salut = 'Hello World !', @poids = 7.8;       -- On peut créer plusieurs
variables en même temps
```

Si la variable utilisateur existe déjà, sa valeur sera modifiée, sinon, elle sera créée.

```
SELECT @age, @poids, @salut;
```

@age	@poids	@salut
24	7.8	Hello World !

Opérateur d'assignation

Il est également possible d'assigner une valeur à une variable utilisateur directement dans une requête, en utilisant l'opérateur d'assignation **:=** (n'oubliez pas les :, sinon il s'agit de l'opérateur de comparaison de valeurs).

```
SELECT @age := 32, @poids := 48.15, @perroquet := 4;
```

@age := 32	@poids := 48.15	@perroquet := 4

32	48.15	4

On peut utiliser l'opérateur d'assignation := dans une commande SET également : SET @chat := 2;

Utilisation d'une variable utilisateur

Ce qu'on peut faire

Une fois votre variable utilisateur créée, vous pouvez bien sûr l'afficher avec `SELECT`. Mais vous pouvez également l'utiliser dans des requêtes ou faire des calculs avec.

```
SELECT id, sexe, nom, commentaires, espece_id
FROM Animal
WHERE espece_id = @perroquet;
-- On sélectionne les perroquets

SET @conversionDollar = 1.31564;
-- On crée une variable contenant le taux de conversion des euros en dollars
SELECT prix AS prix_en_euros,
-- On sélectionne le prix des races, en euros et en dollars.
       ROUND(prix * @conversionDollar, 2) AS prix_en_dollars,
-- En arrondissant à deux décimales
       nom FROM Race;
```

Si vous utilisez une variable utilisateur qui n'a pas été définie, vous n'obtiendrez aucune erreur. Simplement, la variable aura comme valeur NULL.

Ce qu'on ne peut pas faire

Avec les variables utilisateur, on peut donc dynamiser un peu nos requêtes. Cependant, il n'est pas possible d'utiliser les variables utilisateur pour stocker un nom de table ou de colonne qu'on

introduirait ensuite directement dans la requête. Ni pour stocker une partie de commande SQL. **Les variables utilisateur stockent des données**.
Exemples

```
SET @table_clients = 'Client';

SELECT * FROM @table_clients;
```

```
ERROR 1064 (42000): You have an error in your SQL syntax; check the manual that corresponds to your MySQL server version for the right syntax to use near '@table_clients' at line 1
```

```
SET @colonnes = 'id, nom, description';

SELECT @colonnes FROM Race WHERE espece_id = 1;
```

@colonnes
id, nom, description
id, nom, description
id, nom, description

C'est logique, dans une requête, les noms de tables/colonnes et les commandes SQL ne peuvent pas être représentées comme des chaînes de caractères : on ne les entoure pas de guillemets.

Portée des variables utilisateurs

Une variable utilisateur n'existe que pour la session dans laquelle elle a été définie. Lorsque vous vous déconnectez, toutes vos variables utilisateurs sont automatiquement réinitialisées. De plus, deux sessions différentes ne partagent pas leurs variables utilisateur.
Exemple
Session 1:

```
SET @essai = 3;
```

Session 2:

```
SELECT @essai;
```

@essai
NULL

De même, si vous assignez une valeur à *@essai* dans la session 2, *@essai* vaudra toujours 3 pour la session 1.

Principe et syntaxe des requêtes préparées

Principe

Une requête préparée, c'est en fait un **modèle de requête** que l'on enregistre et auquel on donne un nom. On va ensuite pouvoir l'exécuter en l'appelant grâce à son nom, et en lui passant éventuellement un ou plusieurs paramètres.
Par exemple, si vous avez régulièrement besoin d'aller chercher des informations sur vos clients à partir de leur adresse email dans une session, plutôt que de faire :

```
SELECT * FROM Client WHERE email = 'truc@email.com';
SELECT * FROM Client WHERE email = 'machin@email.com';
SELECT * FROM Client WHERE email = 'bazar@email.com';
SELECT * FROM Client WHERE email = 'brol@email.com';
```

Vous pouvez préparer une requête modèle :

```
SELECT * FROM Client WHERE email = ?
```

Où le ? représente un paramètre. Ensuite, il suffit de l'appeler par son nom en lui passant `'truc@email.com'`, ou `'machin@email.com'`, selon les besoins du moment.

Bien entendu, on parle d'un

cas où l'on n'a qu'une seule adresse email à la fois. Typiquement, le cas où l'on s'occupe d'un client à la fois. Sinon, bien entendu, une simple clause email IN ('truc@email.com', 'machin@email.com', 'bazar@email.com', 'brol@email.com') suffirait.

Portée

Tout comme les variables utilisateur, **une requête préparée n'existe que pour la session qui la crée**.

Syntaxe

Voyons comment faire tout ça !

Préparation d'une requête

Pour préparer une requête, il faut renseigner deux éléments :

- le nom qu'on donne à la requête préparée ;
- la requête elle-même, avec un ou plusieurs paramètres (représentés par un ?).

Voici la syntaxe à utiliser :

```
PREPARE nom_requete
FROM 'requete_preparable';
```

Exemples

```
-- Sans paramètre
PREPARE select_race
FROM 'SELECT * FROM Race';
```

```
-- Avec un paramètre
PREPARE select_client
FROM 'SELECT * FROM Client WHERE email = ?';

-- Avec deux paramètres
PREPARE select_adoption
FROM 'SELECT * FROM Adoption WHERE client_id = ? AND animal_id = ?';
```

Plusieurs choses importantes :

- Le nom de la requête préparée ne doit pas être entre guillemets. Par contre la requête à préparer, si. **La requête à préparer doit être passée comme une chaîne de caractères**.
- Que le paramètre soit un nombre (client_id = ?) ou une chaîne de caractères (email = ?), cela ne change rien. **On ne met pas de guillemets autour du ?** à l'intérieur de la requête à préparer.
- La chaîne de caractères contenant la requête à préparer ne peut contenir qu'**une seule requête** (et non plusieurs séparées par un ;).
- **Les paramètres ne peuvent représenter que des données, des valeurs**, pas des noms de tables ou de colonnes, ni des morceaux de commandes SQL.

Comme la requête à préparer est donnée sous forme de chaîne de caractères, il est également possible d'utiliser une variable utilisateur, dans laquelle on enregistre tout ou partie de la requête à préparer.
Exemples

```
SET @req = 'SELECT * FROM Race';
PREPARE select_race
FROM @req;

SET @colonne = 'nom';
SET @req_animal = CONCAT('SELECT ', @colonne, ' FROM Animal WHERE id = ?');
PREPARE select_col_animal
FROM @req_animal;
```

Par contre, il n'est pas possible de mettre directement la fonction `CONCAT()` dans la clause `FROM`.

Si vous donnez à une requête préparée le nom d'une requête

préparée déjà existante, cette dernière sera supprimée et remplacée par la nouvelle.

Exécution d'une requête préparée

Pour exécuter une requête préparée, on utilise la commande suivante :

```
EXECUTE nom_requete [USING @parametre1, @parametre2, ...];
```

Si la requête préparée contient un ou plusieurs paramètres, on doit leur donner une valeur avec la clause `USING`, **en utilisant une variable utilisateur**. Il n'est pas possible de donner directement une valeur. Par ailleurs, il faut donner exactement autant de variables utilisateur qu'il y a de paramètres dans la requête.
Exemples

```
EXECUTE select_race;

SET @id = 3;
EXECUTE select_col_animal USING @id;

SET @client = 2;
EXECUTE select_adoption USING @client, @id;

SET @email = 'jean.dupont@email.com';
EXECUTE select_client USING @email;

SET @email = 'marie.boudur@email.com';
EXECUTE select_client USING @email;

SET @email = 'fleurtrachon@email.com';
EXECUTE select_client USING @email;

SET @email = 'jeanvp@email.com';
EXECUTE select_client USING @email;

SET @email = 'johanetpirlouit@email.com';
EXECUTE select_client USING @email;
```

Suppression d'une requête préparée

Pour supprimer une requête préparée, on utilise **`DEALLOCATE PREPARE`**, suivi du nom de la requête préparée.
Exemple

```
DEALLOCATE PREPARE select_race;
```

Usage et utilité

Usage

La syntaxe que nous venons de voir, avec `PREPARE`, `EXECUTE` et `DEALLOCATE` est en fait très rarement utilisée.
En effet, vous le savez, MySQL est rarement utilisé seul. La plupart du temps, il est utilisé en conjonction avec un langage de programmation, comme Java, PHP, python, etc. Celui-ci permet de gérer un programme, un site web,… , et crée des requêtes SQL permettant de gérer la base de données de l'application.
Or, il existe des API (interfaces de programmation) pour plusieurs langages, qui permettent de faire des requêtes préparées sans exécuter vous-mêmes les commandes SQL `PREPARE`, `EXECUTE` et `DEALLOCATE`. Exemples : l'API C MySQL pour le langage C, MySQL Connector/J pour le Java, ou MySQL Connector/Net pour le .Net.
Voici un exemple de code C utilisant l'API MySQL pour préparer et exécuter une requête d'insertion :

```
MYSQL_STMT *req_prep;
MYSQL_BIND       param[3];

int             client = 2;
int             animal = 56;
MYSQL_TIME       date_reserv;

char            *req_texte = "INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id,
date_reservation) VALUES (?, ?, ?)";

// On prépare la requête
if (mysql_stmt_prepare(req_prep, req_texte, strlen(req_texte)) != 0)
{
        printf("Impossible de préparer la requête");
        exit(0);
}

// On initialise un tableau (param, qui contiendra les paramètres) à 0
memset((void*) param, 0, sizeof(param));

// On définit le premier paramètre (pour client_id)
```

```
param[0].buffer_type = MYSQL_TYPE_INT;
param[0].buffer = (void*) &client;
param[0].is_unsigned = 0;
param[0].is_null = 0;

// On définit le deuxième paramètre (pour animal_id)
param[1].buffer_type = MYSQL_TYPE_INT;
param[1].buffer = (void*) &animal;
param[1].is_unsigned = 0;
param[1].is_null = 0;

// On définit le troisième paramètre (pour date_reservation)
param[2].buffer_type = MYSQL_TYPE_DATE;
param[2].buffer = (void*) &date_reserv;
param[2].is_null = 0;

// On lie les paramètres
if (mysql_stmt_bind_param(req_prep, param) != 0)
{
        printf("Impossible de lier les paramètres à la requête");
        exit(0);
}

// On définit la date
date_reserv.year = 2012;
date_reserv.month = 3;
date_reserv.day = 20;

// On exécute la requête
if (mysql_stmt_execute(req_prep) != 0)
{
        printf("Impossible d'exécuter la requête");
        exit(0);
}
```

Pour d'autres langages, des extensions ont été créées, qui sont en général elles-mêmes basées sur l'API C MySQL, comme par exemple PDO pour le PHP.
Exemple de code PHP utilisant l'extension PDO pour préparer et exécuter une requête de sélection :

```
<?php
try
{
        $email = 'jean.dupont@email.com';

        // On se connecte
        $bdd = new PDO('mysql:host=localhost;dbname=elevage', 'sdz', '',
array(PDO::ATTR_ERRMODE => PDO::ERRMODE_EXCEPTION ));

        // On prépare la requête
        $requete = $bdd->prepare("SELECT * FROM Client WHERE email = :email");

        // On lie la variable $email définie au-dessus au paramètre :email de
la requête préparée
        $requete->bindValue(':email', $email, PDO::PARAM_STR);

        //On exécute la requête
```

```
        $requete->execute();

        // On récupère le résultat
        if ($requete->fetch())
        {
                echo 'Le client existe !';
        }
} catch (Exception $e)
{
        die('Erreur : ' . $e->getMessage());
}
```

Pourquoi nous avoir fait apprendre la syntaxe SQL si on ne s'en sert jamais ?

D'abord parce qu'il est toujours intéressant de savoir comment fonctionnent les requêtes préparées.
Ensuite, parce qu'il pourrait arriver qu'il n'existe aucune API ni extension permettant de faire des requêtes préparées pour le langage dans lequel vous programmez, auquel cas, bien entendu, il faudrait construire vos requêtes préparées vous-mêmes.
Ou vous pourriez tomber sur l'un des rares cas où il vous serait nécessaire de préparer une requête directement en SQL.
Enfin, vous aurez peut-être besoin de faire quelques tests impliquant des requêtes préparées directement dans MySQL.
Cependant, si une API ou une extension existe et répond à vos besoins, utilisez-la ! Elle sera généralement plus performante et plus sécurisée que ce que vous pourriez faire vous-mêmes.

Utilité

Les requêtes préparées sont principalement utilisées pour deux raisons :

- protéger son application des injections SQL ;
- gagner en performance dans le cas d'une requête exécutée plusieurs fois par la même session.

Empêcher les injections SQL

En général, quand on crée une application, l'utilisateur peut interagir avec celle-ci. L'utilisateur peut créer un membre sur un site web communautaire, un personnage sur un jeu vidéo, etc. Les actions de l'utilisateur vont donc avoir une incidence sur la base de données de l'application. Il va envoyer certaines informations, qui vont être traitées, puis une partie va être envoyée sous forme de requêtes à la base de données.
Il existe un adage bien connu en programmation : "*Never trust user input*" traduit en français par "Ne jamais faire confiance aux données fournies par l'utilisateur".
Lorsque l'on traite des données qui viennent de l'extérieur, il est absolument impératif de toujours vérifier celles-ci, et de protéger les requêtes construites à partir de ces données. Ceci évite que l'utilisateur, volontairement ou non, fasse ce qu'on appelle une injection SQL et provoque un comportement inattendu et souvent indésirable, voire dangereux, pour les données.

Les injections SQL sont un type de failles exploitables par l'utilisateur. Il existe de nombreux autres types de failles.

Passons maintenant à la question qui doit vous brûler les lèvres.

Mais qu'est-ce qu'une injection SQL ?

On appelle injection SQL le fait qu'un utilisateur fournisse des données contenant des mots-clés SQL ou des caractères particuliers qui vont **détourner ou modifier le comportement des requêtes construites** sur la base de ces données.
Imaginons que vous créiez un site web avec un espace membre. Vos membres ont accès à une page "profil" grâce à laquelle ils peuvent gérer leurs informations, ou supprimer leur compte. Pour supprimer leur compte, ils ont simplement à appuyer sur un bouton qui envoie leur numéro d'id.
D'un côté on a donc une requête incomplète :

```
DELETE FROM Membre WHERE id =
```

De l'autre, l'id du client, par exemple *4*.
Avec votre langage de programmation web préféré, vous mettez les deux ensemble pour créer la requête complète :

```
DELETE FROM Membre WHERE id = 4;
```

Et maintenant, un méchant pirate s'amuse à modifier la donnée envoyée par le bouton "Supprimer compte" (oui oui, c'est faisable, et même plutôt facile).
À la suite du numéro d'*id*, il ajoute `OR 1 = 1`. Après construction de la requête, on obtient donc ceci :

```
DELETE FROM Membre WHERE id = 4 OR 1 = 1;
```

Et la seconde condition étant toujours remplie, c'est l'horreur : toute votre table *Membre* est effacée !
Et voilà ! Vous avez été victimes d'une injection SQL.

Comment une requête préparée peut-elle éviter les injections SQL ?

En utilisant les requêtes préparées, lorsque vous liez une valeur à un paramètre de la requête préparée grâce à la fonction correspondante dans le langage que vous utilisez, le type du paramètre attendu est également donné, explicitement ou implicitement. La plupart du temps, soit une erreur sera générée si la donnée de l'utilisateur ne correspond pas au type attendu, soit la donnée de l'utilisateur sera rendue inoffensive (par l'ajout de guillemets qui en feront une simple chaîne de caractères par exemple).
Par ailleurs, lorsque MySQL injecte les valeurs dans la requête, les mots-clés SQL qui s'y trouveraient pour une raison où une autre ne seront pas interprétés (puisque les paramètres n'acceptent que des valeurs, et pas des morceaux de requêtes).

Gagner en performance

Lorsque l'on exécute une simple requête (sans la préparer), voici les étapes qui sont effectuées :

1. La requête est envoyée vers le serveur.
2. La requête est compilée par le serveur (traduite du langage SQL compréhensible pour nous, pauvres humains limités, vers un "langage machine" dont se sert le serveur).
3. Le serveur crée un plan d'exécution de la requête (quelles tables utiliser ? quels index ? dans quel ordre ?…).
4. Le serveur exécute la requête.
5. Le résultat de la requête est renvoyé au client.

Voici maintenant les étapes lorsqu'il s'agit d'une requête préparée :
Préparation de la requête :

1. La requête est envoyée vers le serveur, avec un identifiant.
2. La requête est compilée par le serveur.
3. Le serveur crée un plan d'exécution de la requête.
4. La requête compilée et son plan d'exécution sont stockés en mémoire par le serveur.
5. Le serveur envoie vers le client une confirmation que la requête est prête (en se servant de l'identifiant de la requête).

Exécution de la requête :

1. L'identifiant de la requête à exécuter, ainsi que les paramètres à utiliser sont envoyés vers le serveur.
2. Le serveur exécute la requête demandée.
3. Le résultat de la requête est renvoyé au client.

On a donc plus d'étapes pour une requête préparée, que pour une requête non préparée (8 contre 5). Du moins, lorsque l'on exécute une seule fois la requête. Car si l'on exécute plusieurs fois une requête, la tendance s'inverse rapidement : dans le cas d'une requête non préparée, **toutes les étapes doivent être répétées à chaque fois** (sachant que la création du plan d'exécution est l'étape la plus longue), alors que pour une requête préparée, **seule les étapes d'exécution seront répétées**.
Il est donc intéressant, d'un point de vue des performances, de préparer une requête lorsqu'elle va **être exécutée plusieurs fois pendant la même session** (je vous rappelle que les requêtes

préparées sont supprimées à la fin de la session).

Le fait que la requête soit compilée lors de sa préparation et que le plan d'exécution soit calculé également lors de la préparation et non de l'exécution, explique pourquoi les paramètres peuvent uniquement être des valeurs, et non des parties de requêtes comme des noms de tables ou des mots-clés. En effet, il est impossible de créer le plan si l'on ne sait pas encore sur quelles tables on travaillera, ni quelles colonnes (et donc quels index) seront utilisées.

En résumé

- Les variables utilisateur sont, comme leur nom l'indique, des variables **définies par l'utilisateur**.
- Les variables utilisateur sont précédées du caractère @ et peuvent être définies par la commande `SET` ou l'opérateur d'assignation `:=`.
- Une requête préparée est un **modèle de requête** auquel on donne un nom, pour pouvoir l'appeler à loisir, en lui passant éventuellement des paramètres, représentés dans la requête préparée par le caractère ?.
- Lorsque l'on prépare une requête, celle-ci doit être représentée par une chaîne de caractères, qui peut être préalablement stockée dans une variable utilisateur.
- Les requêtes préparées permettent de se protéger des injections SQL.
- Lorsqu'une requête doit être exécutée plusieurs fois, la préparer peut permettre de gagner en performance.

Chapitre 31

Procédures stockées

Les procédures stockées sont disponibles depuis la version 5 de MySQL, et permettent d'automatiser des actions, qui peuvent être très complexes.
Une procédure stockée est en fait une **série d'instructions SQL** désignée par un **nom**. Lorsque l'on crée une procédure stockée, on l'enregistre **dans la base de données** que l'on utilise, au même titre qu'une table par exemple. Une fois la procédure créée, il est possible d'**appeler** celle-ci, par son nom. Les instructions de la procédure sont alors exécutées.
Contrairement aux requêtes préparées, qui ne sont gardées en mémoire que pour la session courante, les procédures stockées sont, comme leur nom l'indique, **stockées de manière durable**, et font bien **partie intégrante de la base de données** dans laquelle elles sont enregistrées.

Création et utilisation d'une procédure

Voyons tout de suite la syntaxe à utiliser pour créer une procédure :

```
CREATE PROCEDURE nom_procedure ([parametre1 [, parametre2, ...]])
corps de la procédure;
```

Décodons tout ceci.

- `CREATE PROCEDURE` : sans surprise, il s'agit de la commande à exécuter pour créer une procédure. On fait suivre cette commande du nom que l'on veut donner à la nouvelle procédure.
- `([parametre1 [, parametre2, ...]])` : après le nom de la procédure viennent des parenthèses. **Celles-ci sont obligatoires** ! À l'intérieur de ces parenthèses, on définit les éventuels paramètres de la procédure. Ces paramètres sont des variables qui pourront être utilisées par la procédure.
- corps de la procédure : c'est là que l'on met le **contenu** de la procédure, ce qui va être exécuté lorsqu'on lance la procédure. Cela peut être soit **une seule requête**, soit **un bloc d'instructions**.

Les noms des procédures stockées ne sont pas sensibles à la casse.

Procédure avec une seule requête

Voici une procédure toute simple, sans paramètres, qui va juste afficher toutes les races d'animaux.

```
CREATE PROCEDURE afficher_races_requete() -- pas de paramètres dans les
```

```
parenthèses
SELECT id, nom, espece_id, prix FROM Race;
```

Procédure avec un bloc d'instructions

Pour délimiter un bloc d'instructions (qui peut donc contenir plus d'une instruction), on utilise les mots `BEGIN` et `END`.

```
BEGIN
    -- Série d'instructions
END;
```

Exemple : reprenons la procédure précédente, mais en utilisant un bloc d'instructions.

```
CREATE PROCEDURE afficher_races_bloc() -- pas de paramètres dans les
parenthèses
BEGIN
    SELECT id, nom, espece_id, prix FROM Race;
END;
```

Malheureusement…

```
ERROR 1064 (42000): You have an error in your SQL syntax; check the manual that
corresponds to your MySQL server version for the right syntax to use near '' at
line 3
```

Que s'est-il passé ? La syntaxe semble correcte…

Les mots-clés sont bons, il n'y a pas de paramètres mais on a bien mis les parenthèses, `BEGIN` et `END` sont tous les deux présents. Tout cela est correct, et pourtant, nous avons visiblement omis un détail. Peut-être aurez-vous compris que le problème se situe au niveau du caractère ; : en effet, un ; termine une instruction SQL. Or, on a mis un ; à la suite de `SELECT * FROM Race;`. Cela semble logique, mais pose problème puisque c'est le premier ; rencontré par l'instruction `CREATE PROCEDURE`, qui naturellement pense devoir s'arrêter là. Ceci

déclenche une erreur puisqu'en réalité, l'instruction `CREATE PROCEDURE` n'est pas terminée : le bloc d'instructions n'est pas complet !

Comment faire pour écrire des instructions à l'intérieur d'une instruction alors ?

Il suffit de changer le délimiteur !

Délimiteur

Ce qu'on appelle délimiteur, c'est tout simplement (par défaut), le caractère ;. C'est-à-dire le caractère qui permet de **délimiter les instructions**.
Or, il est tout à fait possible de définir le délimiteur manuellement, de manière à ce que ; ne signifie plus qu'une instruction se termine. Auquel cas le caractère ; pourra être utilisé à l'intérieur d'une instruction, et donc pourra être utilisé dans le corps d'une procédure stockée.
Pour changer le délimiteur, il suffit d'utiliser cette commande :

```
DELIMITER |
```

À partir de maintenant, vous devrez utiliser le caractère | pour signaler la fin d'une instruction. ; ne sera plus compris comme tel par votre session.

```
SELECT 'test'|
```

```
test
```

DELIMITER n'agit que pour la session courante.

Vous pouvez utiliser le (ou les) caractère(s) de votre choix comme délimiteur. Bien entendu, il vaut mieux choisir quelque chose qui ne risque pas d'être utilisé dans une instruction. Bannissez donc les lettres, chiffres, @ (qui servent pour les variables utilisateurs) et les \ (qui servent à échapper les caractères spéciaux).
Les deux délimiteurs suivants sont les plus couramment utilisés :

```
DELIMITER //
DELIMITER |
```

Bien ! Ceci étant réglé, reprenons !

Création d'une procédure stockée

```
DELIMITER |                             -- On change le délimiteur
CREATE PROCEDURE afficher_races()       -- toujours pas de paramètres, toujours
des parenthèses
BEGIN
    SELECT id, nom, espece_id, prix
    FROM Race;                          -- Cette fois, le ; ne nous embêtera pas
END|                                    -- Et on termine bien sûr la commande
CREATE PROCEDURE par notre nouveau délimiteur
```

Cette fois-ci, tout se passe bien. La procédure a été créée.

Lorsqu'on utilisera la procédure, quel que soit le délimiteur défini par DELIMITER, les instructions à l'intérieur du corps de la procédure seront bien délimitées par ;. En effet, lors de la création d'une procédure, celle-ci est interprétée – on dit aussi "parsée" – par le serveur MySQL et le parseur des procédures stockées interprétera toujours ; comme délimiteur. Il n'est pas

influencé par la commande DELIMITER.

Les procédures stockées n'étant que très rarement composées d'une seule instruction, on utilise presque toujours un bloc d'instructions pour le corps de la procédure.

Utilisation d'une procédure stockée

Pour appeler une procédure stockée, c'est-à-dire déclencher l'exécution du bloc d'instructions constituant le corps de la procédure, il faut utiliser le mot-clé `CALL`, suivi du nom de la procédure appelée, puis de parenthèses (avec éventuellement des paramètres).

```
CALL afficher_races()|   -- le délimiteur est toujours | !!!
```

id	nom	espece_id	prix
1	Berger allemand	1	485.00
2	Berger blanc suisse	1	935.00
3	Singapura	2	985.00
4	Bleu russe	2	835.00
5	Maine coon	2	735.00
7	Sphynx	2	1235.00
8	Nebelung	2	985.00
9	Rottweiller	1	600.00

Le bloc d'instructions a bien été exécuté (un simple `SELECT` dans ce cas).

Les paramètres d'une procédure stockée

Maintenant que l'on sait créer une procédure et l'appeler, intéressons-nous aux paramètres.

Sens des paramètres

Un paramètre peut être de trois sens différents : entrant (`IN`), sortant (`OUT`), ou les deux (`INOUT`).

- `IN` : c'est un paramètre "entrant". C'est-à-dire qu'il s'agit d'un paramètre dont la valeur est fournie à la procédure stockée. Cette valeur sera utilisée pendant la procédure (pour un calcul ou une sélection par exemple).
- `OUT` : il s'agit d'un paramètre "sortant", dont la valeur va être établie au cours de la procédure et qui pourra ensuite être utilisé en dehors de cette procédure.
- `INOUT` : un tel paramètre sera utilisé pendant la procédure, verra éventuellement sa valeur modifiée par celle-ci, et sera ensuite utilisable en dehors.

Syntaxe

Lorsque l'on crée une procédure avec un ou plusieurs paramètres, chaque paramètre est défini par trois éléments.

- Son sens : entrant, sortant, ou les deux. Si aucun sens n'est donné, il s'agira d'un paramètre `IN` par défaut.
- Son nom : indispensable pour le désigner à l'intérieur de la procédure.
- Son type : `INT`, `VARCHAR(10)`,...

Exemples

Procédure avec un seul paramètre entrant

Voici une procédure qui, selon l'*id* de l'espèce qu'on lui passe en

paramètre, affiche les différentes races existant pour cette espèce.

```
DELIMITER |
-- Facultatif si votre délimiteur est toujours |
CREATE PROCEDURE afficher_race_selon_espece (IN p_espece_id INT)
-- Définition du paramètre p_espece_id
BEGIN
    SELECT id, nom, espece_id, prix
    FROM Race
    WHERE espece_id = p_espece_id;
-- Utilisation du paramètre
END |
DELIMITER ;
-- On remet le délimiteur par défaut
```

Notez que, suite à la création de la procédure, j'ai remis le délimiteur par défaut ;. Ce n'est absolument pas obligatoire, vous pouvez continuer à travailler avec | si vous préférez.

Pour l'utiliser, il faut donc passer une valeur en paramètre de la procédure. Soit directement, soit par l'intermédiaire d'une variable utilisateur.

```
CALL afficher_race_selon_espece(1);
SET @espece_id := 2;
CALL afficher_race_selon_espece(@espece_id);
```

id	nom	espece_id	prix
1	Berger allemand	1	485.00
2	Berger blanc suisse	1	935.00
9	Rottweiller	1	600.00

id	nom	espece_id	prix
3	Singapura	2	985.00
4	Bleu russe	2	835.00
5	Maine coon	2	735.00
7	Sphynx	2	1235.00
8	Nebelung	2	985.00

Le premier appel à la procédure affiche bien toutes les races de chiens, et le second, toutes les races de chats.

J'ai fait commencer le nom du paramètre par "p_". Ce n'est pas obligatoire, mais je vous conseille de le faire systématiquement pour vos paramètres afin de les distinguer facilement. Si vous ne le faites pas, soyez extrêmement prudents avec les noms que vous leur donnez. Par exemple, dans cette procédure, si on avait nommé le paramètre espece_id, cela aurait posé problème, puisque espece_id est aussi le nom d'une colonne dans la table Race. Qui plus est, c'est le nom de la colonne dont on se sert dans la condition WHERE. En cas d'ambiguïté, MySQL interprète l'élément comme étant le paramètre, et non la colonne. On aurait donc eu WHERE 1 = 1 par exemple, ce qui est toujours vrai.

Procédure avec deux paramètres, un entrant et un sortant

Voici une procédure assez similaire à la précédente, si ce n'est qu'elle n'affiche pas les races existant pour une espèce, mais compte combien il y en a, puis stocke cette valeur dans un paramètre sortant.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE compter_races_selon_espece (p_espece_id INT, OUT p_nb_races
INT)
BEGIN
    SELECT COUNT(*) INTO p_nb_races
    FROM Race
    WHERE espece_id = p_espece_id;
END |
DELIMITER ;
```

Aucun sens n'a été précisé pour *p_espece_id*, il est donc considéré comme un paramètre entrant.
`SELECT COUNT(*) INTO p_nb_races`. Voila qui est nouveau ! Comme vous l'avez sans doute deviné, le mot-clé `INTO` placé après la clause `SELECT` permet d'**assigner les valeurs sélectionnées** par ce `SELECT` à des variables, au lieu de simplement afficher les valeurs sélectionnées.
Dans le cas présent, la valeur du `COUNT(*)` est assignée à *p_nb_races*.
Pour pouvoir l'utiliser, il est nécessaire que le `SELECT` ne renvoie qu'**une seule ligne**, et il faut que le nombre de valeurs sélectionnées et le nombre de variables à assigner **soient égaux** :
Exemple 1 : `SELECT ... INTO` correct avec deux valeurs

```
SELECT id, nom INTO @var1, @var2
FROM Animal
WHERE id = 7;
SELECT @var1, @var2;
```

@var1	@var2
7	Caroline

Le `SELECT ... INTO` n'a rien affiché, mais a assigné la valeur `7` à *@var1*, et la valeur `'Caroline'` à *@var2*, que nous avons ensuite affichées avec un autre `SELECT`.
Exemple 2 : `SELECT ... INTO` incorrect, car le nombre de valeurs sélectionnées (deux) n'est pas le même que le nombre de variables à assigner (une).

```
SELECT id, nom INTO @var1
FROM Animal
WHERE id = 7;
```

```
ERROR 1222 (21000): The used SELECT statements have a different number of
columns
```

Exemple 3 : `SELECT ... INTO` incorrect, car il y a plusieurs lignes de résultats.

```
SELECT id, nom INTO @var1, @var2
FROM Animal
WHERE espece_id = 5;
```

```
ERROR 1172 (42000): Result consisted of more than one row
```

Revenons maintenant à notre nouvelle procédure *compter_races_selon_espece()* et exécutons-la. Pour cela, il va falloir lui passer deux paramètres : *p_espece_id* et *p_nb_races*.
Le premier ne pose pas de problème, il faut simplement donner un nombre, soit directement soit par l'intermédiaire d'une variable, comme pour la procédure *afficher_race_selon_espece()*.
Par contre, pour le second, il s'agit d'un paramètre sortant. Il ne faut donc pas donner une valeur, mais quelque chose dont la valeur sera déterminée par la procédure (grâce au `SELECT ... INTO`), et qu'on pourra utiliser ensuite : **une variable utilisateur** !

```
CALL compter_races_selon_espece (2, @nb_races_chats);
```

Et voilà ! La variable *@nb_races_chats* contient maintenant le nombre de races de chats. Il suffit de l'afficher pour vérifier.

```
SELECT @nb_races_chats;
```

@nb_races_chats
5

Procédure avec deux paramètres, un entrant et un entrant-sortant

Nous allons créer une procédure qui va servir à calculer le prix que doit payer un client. Pour cela, deux paramètres sont nécessaires : l'animal acheté (paramètre `IN`), et le prix à payer (paramètre `INOUT`).
La raison pour laquelle le prix est un paramètre à la fois entrant et sortant est qu'on veut pouvoir, avec cette procédure, calculer simplement un prix total dans le cas où un client achèterait plusieurs animaux.
Le principe est simple : si le client n'a encore acheté aucun animal, le prix est de 0. Pour chaque animal acheté, on appelle la procédure, qui ajoute au prix total le prix de l'animal en question.
Une fois n'est pas coutume, commençons par voir les requêtes qui nous serviront à tester la procédure. Cela devrait clarifier le principe. Je vous propose d'essayer ensuite d'écrire vous-mêmes la procédure correspondante avant de regarder à quoi elle ressemble.

```
SET @prix = 0;                    -- On initialise @prix à 0

CALL calculer_prix (13, @prix);  -- Achat de Rouquine
SELECT @prix AS prix_intermediaire;

CALL calculer_prix (24, @prix);  -- Achat de Cartouche
SELECT @prix AS prix_intermediaire;

CALL calculer_prix (42, @prix);  -- Achat de Bilba
SELECT @prix AS prix_intermediaire;

CALL calculer_prix (75, @prix);  -- Achat de Mimi
SELECT @prix AS total;
```

On passe donc chaque animal acheté tour à tour à la procédure, qui modifie le prix en conséquence. Voici quelques indices et rappels qui devraient vous aider à écrire vous-mêmes la procédure.

- Le prix n'est pas un nombre entier.
- Il est possible de faire des additions directement dans un `SELECT`.
- Pour déterminer le prix, il faut utiliser la fonction `COALESCE()`.

Réponse :

```
DELIMITER |

CREATE PROCEDURE calculer_prix (IN p_animal_id INT, INOUT p_prix DECIMAL(7,2))
BEGIN
    SELECT p_prix + COALESCE(Race.prix, Espece.prix) INTO p_prix
    FROM Animal
    INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
    LEFT JOIN Race ON Race.id = Animal.race_id
    WHERE Animal.id = p_animal_id;
END |

DELIMITER ;
```

Et voici ce qu'affichera le code de test :

prix_intermediaire
485.00

prix_intermediaire
685.00

prix_intermediaire

1420.00

total
1430.00

Voilà qui devrait nous simplifier la vie. Et nous n'en sommes qu'au début des possibilités des procédures stockées !

Suppression d'une procédure

Vous commencez à connaître cette commande : pour supprimer une procédure, on utilise `DROP` (en précisant qu'il s'agit d'une procédure).
Exemple :

```
DROP PROCEDURE afficher_races;
```

Pour rappel, les procédures stockées ne sont pas détruites à la fermeture de la session mais bien enregistrées comme un élément de la base de données, au même titre qu'une table par exemple. Notons encore qu'il n'est pas possible de modifier une procédure directement. La seule façon de modifier une procédure existante est de la supprimer puis de la recréer avec les modifications.

Il existe bien une commande ALTER PROCEDURE, mais elle ne permet de changer ni les paramètres, ni le corps de la procédure. Elle permet uniquement de changer certaines caractéristiques de la procédure, et ne sera pas couverte dans ce cours.

Avantages, inconvénients et usage des procédures stockées

Avantages

Les procédures stockées permettent de **réduire les allers-retours entre le client et le serveur MySQL**. En effet, si l'on englobe en une seule procédure un processus demandant l'exécution de plusieurs requêtes, le client ne communique qu'une seule fois avec le serveur (pour demander l'exécution de la procédure) pour exécuter la totalité du traitement. Cela permet donc un certain **gain en performance**.
Elles permettent également de **sécuriser** une base de données. Par exemple, il est possible de **restreindre les droits des utilisateurs** de façon à ce qu'ils puissent **uniquement exécuter des procédures**. Finis les `DELETE` dangereux ou les `UPDATE` inconsidérés. Chaque requête exécutée par les utilisateurs est créée et contrôlée par l'administrateur de la base de données par l'intermédiaire des procédures stockées.
Cela permet ensuite de **s'assurer qu'un traitement est toujours exécuté de la même manière**, quelle que soit l'application/le client qui le lance. Il arrive par exemple qu'une même base de données soit exploitée par plusieurs applications, lesquelles peuvent être écrites avec différents langages. Si on laisse chaque application avoir son propre code pour un même traitement, il est possible que des différences apparaissent (distraction, mauvaise communication, erreur ou autre). Par contre, si chaque application appelle la même procédure stockée, ce risque disparaît.

Inconvénients

Les procédures stockées **ajoutent évidemment à la charge sur le serveur de données**. Plus on implémente de logique de traitement directement dans la base de données, moins le serveur est disponible pour son but premier : le stockage de données.
Par ailleurs, certains traitements seront toujours plus simples et plus courts à écrire (et donc à maintenir) s'ils sont développés dans un langage informatique adapté. A fortiori lorsqu'il s'agit de traitements complexes. **La logique qu'il est possible d'implémenter avec MySQL permet de nombreuses choses, mais reste assez basique**.
Enfin, **la syntaxe des procédures stockées diffère beaucoup d'un SGBD à un autre**. Par conséquent, si l'on désire en changer, il faudra procéder à un grand nombre de corrections et d'ajustements.

Conclusion et usage

Comme souvent, tout est question d'**équilibre**. Il faut savoir utiliser des procédures quand c'est utile, quand on a une bonne raison de le faire. Il ne sert à rien d'en abuser.
Pour une base contenant des données ultrasensibles, une bonne gestion des droits des utilisateurs couplée à l'usage de procédures stockées peut se révéler salutaire.
Pour une base de données destinée à être utilisée par plusieurs applications différentes, on choisira de créer des procédures pour les traitements généraux et/ou pour lesquels la moindre erreur peut poser de gros problèmes.
Pour un traitement long, impliquant de nombreuses requêtes et une logique simple, on peut sérieusement gagner en performance en le faisant dans une procédure stockée (a fortiori si ce traitement est souvent lancé).
À vous de voir quelles procédures sont utiles pour **votre application et vos besoins**.

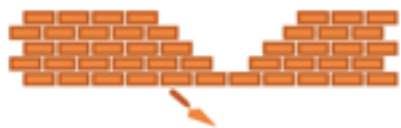
En résumé

- Une procédure stockée est un **ensemble d'instructions** que l'on peut exécuter sur commande.

- Une procédure stockée est un objet de la base de données **stocké de manière durable**, au même titre qu'une table. Elle n'est pas supprimée à la fin de la session comme l'est une requête préparée.
- On peut passer des **paramètres** à une procédure stockée, qui peuvent avoir trois sens : `IN` (entrant), `OUT` (sortant) ou `INOUT` (les deux).
- `SELECT ... INTO` permet d'assigner des données sélectionnées à des variables ou des paramètres, à condition que le `SELECT` ne renvoie qu'une seule ligne, et qu'il y ait autant de valeurs sélectionnées que de variables à assigner.
- Les procédures stockées peuvent permettre de **gagner en performance** en diminuant les allers-retours entre le client et le serveur. Elles peuvent également aider à **sécuriser une base de données** et à s'assurer que les traitements sensibles soient toujours exécutés de la même manière.
- Par contre, elle **ajoute à la charge du serveur** et sa syntaxe n'est **pas toujours portable** d'un SGBD à un autre.

Chapitre 32

Structurer ses instructions



Lorsque l'on écrit une série d'instructions, par exemple dans le corps d'une procédure stockée, il est nécessaire d'être capable de structurer ses instructions. Cela va permettre d'instiller de la **logique dans le traitement** : exécuter telles ou telles instructions en fonction des données que l'on possède, répéter une instruction un certain nombre de fois, etc.
Voici quelques outils indispensables à la structuration des instructions :

- les **variables locales** : qui vont permettre de **stocker et modifier des valeurs** pendant le déroulement d'une procédure ;
- les **conditions** : qui vont permettre d'exécuter certaines instructions seulement **si une certaine condition est remplie** ;

- les **boucles** : qui vont permettre de **répéter une instruction** plusieurs fois.

Ces structures sont bien sûr utilisables dans les procédures stockées, que nous avons vues au chapitre précédent, mais pas uniquement. Elles sont **utilisables dans tout objet définissant une série d'instructions à exécuter**. C'est le cas des **fonctions stockées** (non couvertes par ce cours et qui forment avec les procédures stockées ce qu'on appelle les "routines"), des événements (non couverts), et également des **triggers**, auxquels un chapitre est consacré à la fin de cette partie.

Blocs d'instructions et variables locales

Blocs d'instructions

Nous avons vu qu'un bloc d'instructions était défini par les mots-clés `BEGIN` et `END`, entre lesquels on met les instructions qui composent le bloc (de zéro à autant d'instructions que l'on veut, séparées bien sûr d'un ;).
Il est possible d'imbriquer plusieurs blocs d'instructions. De même, à l'intérieur d'un bloc d'instructions, plusieurs blocs d'instructions peuvent se suivre. Ceux-ci permettent donc de **structurer les instructions** en plusieurs parties distinctes et sur plusieurs niveaux d'imbrication différents.

```
BEGIN
    SELECT 'Bloc d''instructions principal';

    BEGIN
        SELECT 'Bloc d''instructions 2, imbriqué dans le bloc principal';

        BEGIN
            SELECT 'Bloc d''instructions 3, imbriqué dans le bloc
d''instructions 2';
        END;
```

```
    END;

    BEGIN
        SELECT 'Bloc d''instructions 4, imbriqué dans le bloc principal';
    END;

END;
```

Cet exemple montre également l'importance de l'indentation pour avoir un code lisible. Ici, toutes les instructions d'un bloc sont au même niveau et décalées vers la droite par rapport à la déclaration du bloc. Cela permet de voir en un coup d'œil où commence et où se termine chaque bloc d'instructions.

Variables locales

Nous connaissons déjà les variables utilisateur, qui sont des variables désignées par @. J'ai également mentionné l'existence des variables système, qui sont des variables prédéfinies par MySQL. Voyons maintenant les **variables locales**, qui peuvent être définies dans un bloc d'instructions.

Déclaration d'une variable locale

La déclaration d'une variable locale se fait avec l'instruction `DECLARE` :

```
DECLARE nom_variable type_variable [DEFAULT valeur_defaut];
```

Cette instruction doit se trouver au tout début du bloc d'instructions dans lequel la variable locale sera utilisée (donc directement après le `BEGIN`).
On a donc une structure générale des blocs d'instructions qui se

dégage :

```
BEGIN
    -- Déclarations (de variables locales par exemple)

    -- Instructions (dont éventuels blocs d'instructions imbriqués)
END;
```

Tout comme pour les variables utilisateur, le nom des variables locales n'est pas sensible à la casse.

Si aucune valeur par défaut n'est précisée, la variable vaudra `NULL` tant que sa valeur n'est pas changée.
Pour changer la valeur d'une variable locale, on peut utiliser `SET` ou `SELECT ... INTO`.
Exemple : voici une procédure stockée qui donne la date d'aujourd'hui et de demain :

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE aujourdhui_demain ()
BEGIN
    DECLARE v_date DATE DEFAULT CURRENT_DATE();
-- On déclare une variable locale et on lui met une valeur par défaut

    SELECT DATE_FORMAT(v_date, '%W %e %M %Y') AS Aujourdhui;

    SET v_date = v_date + INTERVAL 1 DAY;
-- On change la valeur de la variable locale
    SELECT DATE_FORMAT(v_date, '%W %e %M %Y') AS Demain;
END|
DELIMITER ;
```

Testons-la :

```
SET lc_time_names = 'fr_FR';
CALL aujourdhui_demain();
```

Aujourdhui
mardi 1 mai 2012

Demain
mercredi 2 mai 2012

Tout comme pour les paramètres, les variables locales peuvent poser problème si l'on ne fait pas attention au nom qu'on leur donne. En cas de conflit (avec un nom de colonne par exemple), comme pour les paramètres, le nom sera interprété comme désignant la variable locale en priorité. Par conséquent, toutes mes variables locales seront préfixées par "v_".

Portée des variables locales dans un bloc d'instruction

Les variables locales n'existent que dans le bloc d'instructions dans lequel elles ont été déclarées. Dès que le mot-clé `END` est atteint, toutes les variables locales du bloc sont détruites.
Exemple 1 :

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE test_portee1()
BEGIN
    DECLARE v_test1 INT DEFAULT 1;

    BEGIN
        DECLARE v_test2 INT DEFAULT 2;

        SELECT 'Imbriqué' AS Bloc;
        SELECT v_test1, v_test2;
    END;
    SELECT 'Principal' AS Bloc;
    SELECT v_test1, v_test2;

END|
DELIMITER ;

CALL test_portee1();
```

Bloc
Imbriqué

v_test1	v_test2

1	2

Bloc
Principal

```
ERROR 1054 (42S22): Unknown column 'v_test2' in 'field list'
```

La variable locale *v_test2* existe bien dans le bloc imbriqué, puisque c'est là qu'elle est définie, mais pas dans le bloc principal. *v_test1* par contre existe dans le bloc principal (où elle est définie), mais aussi dans le bloc imbriqué.
Exemple 2 :

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE test_portee2()
BEGIN
    DECLARE v_test1 INT DEFAULT 1;

    BEGIN
        DECLARE v_test2 INT DEFAULT 2;

        SELECT 'Imbriqué 1' AS Bloc;
        SELECT v_test1, v_test2;
    END;

    BEGIN
        SELECT 'imbriqué 2' AS Bloc;
        SELECT v_test1, v_test2;
    END;


END|
DELIMITER ;

CALL test_portee2();
```

Bloc
Imbriqué 1

v_test1	v_test2
1	2

Bloc
imbriqué 2

```
ERROR 1054 (42S22): Unknown column 'v_test2' in 'field list'
```

À nouveau, *v_test1*, déclarée dans le bloc principal, existe dans les deux blocs imbriqués. Par contre, *v_test2* n'existe que dans le bloc imbriqué dans lequel elle est déclarée.

Attention cependant à la subtilité suivante : si un bloc imbriqué déclare une variable locale ayant le même nom qu'une variable locale déclarée dans un bloc d'un niveau supérieur, il s'agira toujours de deux variables locales différentes, et seule la variable locale déclarée dans le bloc imbriqué sera visible dans ce même bloc.

Exemple 3 :

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE test_portee3()
BEGIN
    DECLARE v_test INT DEFAULT 1;

    SELECT v_test AS 'Bloc principal';

    BEGIN
        DECLARE v_test INT DEFAULT 0;

        SELECT v_test AS 'Bloc imbriqué';
        SET v_test = 2;
        SELECT v_test AS 'Bloc imbriqué après modification';
    END;

    SELECT v_test AS 'Bloc principal';
END |
DELIMITER ;

CALL test_portee3();
```

Bloc principal
1

Bloc imbriqué

0

Bloc imbriqué après modification

2

Bloc principal

1

La variable locale *v_test* est déclarée dans le bloc principal et dans le bloc imbriqué, avec deux valeurs différentes. Mais lorsqu'on revient dans le bloc principal après exécution du bloc d'instructions imbriqué, *v_test* a toujours la valeur qu'elle avait avant l'exécution de ce bloc et sa deuxième déclaration. Il s'agit donc bien de **deux variables locales distinctes**.

Structures conditionnelles

Les structures conditionnelles permettent de déclencher une action ou une série d'instructions lorsqu'une condition préalable est remplie.
MySQL propose deux structures conditionnelles : `IF` et `CASE`.

La structure `IF`

Voici la syntaxe de la structure `IF` :

```
IF condition THEN instructions
[ELSEIF autre_condition THEN instructions
[ELSEIF ...]]
[ELSE instructions]
END IF;
```

Le cas le plus simple : si la condition est vraie, alors on exécute ces instructions

Voici la structure minimale d'un `IF` :

```
IF condition THEN
    instructions
END IF;
```

Soit on exécute les instructions (si la condition est vraie), soit on ne les exécute pas.
Exemple : la procédure suivante affiche `'J''ai déjà été adopté !'`, si c'est le cas, à partir de l'*id* d'un animal :

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE est_adopte(IN p_animal_id INT)
BEGIN
    DECLARE v_nb INT DEFAULT 0;
-- On crée une variable locale

    SELECT COUNT(*) INTO v_nb
-- On met le nombre de lignes correspondant à l'animal
    FROM Adoption
--  dans Adoption dans notre variable locale
    WHERE animal_id = p_animal_id;

    IF v_nb > 0 THEN
-- On teste si v_nb est supérieur à 0 (donc si l'animal a été adopté)
        SELECT 'J''ai déjà été adopté !';
    END IF;
-- Et on n'oublie surtout pas le END IF et le ; final
END |
DELIMITER ;

CALL est_adopte(3);
CALL est_adopte(28);
```

Seul le premier appel à la procédure va afficher `'J''ai déjà été adopté !'`, puisque l'animal 3 est présent dans la table *Adoption*, contrairement à l'animal 28.

Deuxième cas : si ... alors, sinon ...

Grâce au mot-clé `ELSE`, on peut définir une série d'instructions à exécuter si la condition est fausse.

ELSE ne doit pas être suivi de THEN.

Exemple : la procédure suivante affiche `'Je suis né avant 2010'` ou `'Je suis né après 2010'`, selon la date de naissance de l'animal transmis en paramètre.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE avant_apres_2010(IN p_animal_id INT)
BEGIN
    DECLARE v_annee INT;

    SELECT YEAR(date_naissance) INTO v_annee
    FROM Animal
    WHERE id = p_animal_id;

    IF v_annee < 2010 THEN
        SELECT 'Je suis né avant 2010' AS naissance;
    ELSE
-- Pas de THEN
        SELECT 'Je suis né après 2010' AS naissance;
    END IF;
-- Toujours obligatoire

END |
DELIMITER ;

CALL avant_apres_2010(34);    -- Né le 20/04/2008
CALL avant_apres_2010(69);    -- Né le 13/02/2012
```

Troisième et dernier cas : plusieurs conditions alternatives

Enfin, le mot-clé `ELSEIF... THEN` permet de vérifier d'autres conditions (en dehors de la condition du `IF`), chacune ayant une série d'instructions définies à exécuter en cas de véracité. Si plusieurs conditions sont vraies en même temps, seule la première rencontrée verra ses instructions exécutées.
On peut bien sûr toujours (mais ce n'est pas obligatoire) ajouter un `ELSE` pour le cas où aucune condition ne serait vérifiée.
Exemple : cette procédure affiche un message différent selon le sexe de l'animal passé en paramètre.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE message_sexe(IN p_animal_id INT)
BEGIN
    DECLARE v_sexe VARCHAR(10);

    SELECT sexe INTO v_sexe
    FROM Animal
    WHERE id = p_animal_id;

    IF (v_sexe = 'F') THEN                    -- Première possibilité
        SELECT 'Je suis une femelle !' AS sexe;
    ELSEIF (v_sexe = 'M') THEN                  -- Deuxième possibilité
```

```
        SELECT 'Je suis un mâle !' AS sexe;
    ELSE                                                    -- Défaut
        SELECT 'Je suis en plein questionnement existentiel...' AS sexe;
    END IF;
END|
DELIMITER ;

CALL message_sexe(8);    -- Mâle
CALL message_sexe(6);    -- Femelle
CALL message_sexe(9);    -- Ni l'un ni l'autre
```

Il peut bien sûr y avoir autant de `ELSEIF... THEN` que l'on veut (mais un seul `ELSE`).

La structure `CASE`

Deux syntaxes sont possibles pour utiliser `CASE`.

Première syntaxe : conditions d'égalité

```
CASE valeur_a_comparer
    WHEN possibilite1 THEN instructions
    [WHEN possibilite2 THEN instructions] ...
    [ELSE instructions]
END CASE;
```

Exemple : on reprend la procédure *message_sexe()*, et on l'adapte pour utiliser `CASE`.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE message_sexe2(IN p_animal_id INT)
BEGIN
    DECLARE v_sexe VARCHAR(10);

    SELECT sexe INTO v_sexe
    FROM Animal
    WHERE id = p_animal_id;

    CASE v_sexe
        WHEN 'F' THEN                           -- Première possibilité
            SELECT 'Je suis une femelle !' AS sexe;
        WHEN 'M' THEN                           -- Deuxième possibilité
            SELECT 'Je suis un mâle !' AS sexe;
        ELSE                                    -- Défaut
            SELECT 'Je suis en plein questionnement existentiel...' AS sexe;
    END CASE;
END|
```

```
DELIMITER ;

CALL message_sexe2(8);    -- Mâle
CALL message_sexe2(6);    -- Femelle
CALL message_sexe2(9);    -- Ni l'un ni l'autre
```

On définit donc *v_sexe* comme point de comparaison. Chaque `WHEN` donne alors un élément auquel *v_sexe* doit être comparé. Les instructions exécutées seront celles du `WHEN` dont l'élément est égal à *v_sexe*. Le `ELSE` sera exécuté si aucun `WHEN` ne correspond.
Ici, on compare une variable locale (*v_sexe*) à des chaînes de caractères (`'F'` et `'M'`), mais on peut utiliser différents types d'éléments. Voici les principaux :

- des variables locales ;
- des variables utilisateur ;
- des valeurs constantes de tous types (`0`, `'chaîne'`, `5.67`, `'2012-03-23'`,...) ;
- des expressions (`2 + 4`, `NOW()`, `CONCAT(nom, ' ', prenom)`,...) ;
- ...

Cette syntaxe ne permet pas de faire des comparaisons avec NULL, puisqu'elle utilise une comparaison de type valeur1 = valeur2. Or cette comparaison est inutilisable dans le cas de NULL. Il faudra donc utiliser la seconde syntaxe, avec le test IS NULL.

Seconde syntaxe : toutes conditions

Cette seconde syntaxe ne compare pas un élément à différentes valeurs, mais utilise simplement des conditions classiques et permet donc de faire des comparaisons de type "plus grand que", "différent de", etc. (bien entendu, elle peut également être utilisée pour des égalités).

```
CASE
    WHEN condition THEN instructions
    [WHEN condition THEN instructions] ...
    [ELSE instructions]
```

```
END CASE
```

Exemple : on reprend la procédure *avant_apres_2010()*, qu'on réécrit avec `CASE`, et en donnant une possibilité en plus. De plus, on passe le message en paramètre `OUT` pour changer un peu.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE avant_apres_2010_case (IN p_animal_id INT, OUT p_message
VARCHAR(100))
BEGIN
    DECLARE v_annee INT;

    SELECT YEAR(date_naissance) INTO v_annee
    FROM Animal
    WHERE id = p_animal_id;

    CASE
        WHEN v_annee < 2010 THEN
            SET p_message = 'Je suis né avant 2010.';
        WHEN v_annee = 2010 THEN
            SET p_message = 'Je suis né en 2010.';
        ELSE
            SET p_message = 'Je suis né après 2010.';
    END CASE;
END |
DELIMITER ;

CALL avant_apres_2010_case(59, @message);
SELECT @message;
CALL avant_apres_2010_case(62, @message);
SELECT @message;
CALL avant_apres_2010_case(69, @message);
SELECT @message;
```

Comportement particulier : aucune correspondance trouvée

En l'absence de clause `ELSE`, si aucune des conditions posées par les différentes clauses `WHEN` n'est remplie (quelle que soit la syntaxe utilisée), une erreur est déclenchée.
Par exemple, cette procédure affiche une salutation différente selon la terminaison du nom de l'animal passé en paramètre :

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE salut_nom(IN p_animal_id INT)
BEGIN
    DECLARE v_terminaison CHAR(1);

    SELECT SUBSTRING(nom, -1, 1) INTO v_terminaison
-- Une position négative signifie qu'on recule au lieu d'avancer.
    FROM Animal
--  -1 est donc la dernière lettre du nom.
    WHERE id = p_animal_id;
```

```
    CASE v_terminaison
        WHEN 'a' THEN
            SELECT 'Bonjour !' AS Salutations;
        WHEN 'o' THEN
            SELECT 'Salut !' AS Salutations;
        WHEN 'i' THEN
            SELECT 'Coucou !' AS Salutations;
    END CASE;

END|
DELIMITER ;

CALL salut_nom(69);  -- Baba
CALL salut_nom(5);   -- Choupi
CALL salut_nom(29);  -- Fiero
CALL salut_nom(54);  -- Bubulle
```

Salutations
Bonjour !

Salutations
Coucou !

Salutations
Salut !

```
ERROR 1339 (20000): Case not found for CASE statement
```

L'appel de la procédure avec Bubulle présente un cas qui n'est pas couvert par les trois `WHEN`. Une erreur est donc déclenchée
Donc, si l'on n'est pas sûr d'avoir couvert tous les cas possibles, il faut toujours ajouter une clause `ELSE` pour éviter les erreurs.
Si l'on veut qu'aucune instruction ne soit exécutée par le `ELSE`, il suffit simplement de mettre un bloc d'instructions vide (`BEGIN END;`).
Exemple : reprenons la procédure *salut_nom()*, et ajoutons-lui une clause `ELSE` vide :

```
DROP PROCEDURE salut_nom;
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE salut_nom(IN p_animal_id INT)
BEGIN
    DECLARE v_terminaison CHAR(1);

    SELECT SUBSTRING(nom, -1, 1) INTO v_terminaison
    FROM Animal
    WHERE id = p_animal_id;
```

```
    CASE v_terminaison
        WHEN 'a' THEN
            SELECT 'Bonjour !' AS Salutations;
        WHEN 'o' THEN
            SELECT 'Salut !' AS Salutations;
        WHEN 'i' THEN
            SELECT 'Coucou !' AS Salutations;
        ELSE
            BEGIN                                   -- Bloc d'instructions vide
            END;
    END CASE;

END
DELIMITER ;

CALL salut_nom(69);   -- Baba
CALL salut_nom(5);    -- Choupi
CALL salut_nom(29);   -- Fiero
CALL salut_nom(54);   -- Bubulle
```

Cette fois, pas d'erreur. Le dernier appel (avec Bubulle) n'affiche simplement rien.

Il faut au minimum une instruction ou un bloc d'instructions par clause WHEN et par clause ELSE. Un bloc vide BEGIN END; est donc nécessaire si l'on ne veut rien exécuter.

Utiliser une structure conditionnelle directement dans une requête

Jusqu'ici, on a vu l'usage des structures conditionnelles dans des procédures stockées. Il est cependant possible d'utiliser une structure `CASE` dans une simple requête.
Par exemple, écrivons une requête `SELECT` suivant le même principe que la procédure *message_sexe()* :

```
SELECT id, nom, CASE
          WHEN sexe = 'M' THEN 'Je suis un mâle !'
          WHEN sexe = 'F' THEN 'Je suis une femelle !'
          ELSE 'Je suis en plein questionnement existentiel...'
```

```
        END AS message
FROM Animal
WHERE id IN (9, 8, 6);
```

id	nom	message
6	Bobosse	Je suis une femelle !
8	Bagherra	Je suis un mâle !
9	NULL	Je suis en plein questionnement existentiel...

Quelques remarques :

- On peut utiliser les deux syntaxes de `CASE`.
- Il faut clôturer le `CASE` par `END`, et non par `END CASE` (et bien sûr ne pas mettre de ; si la requête n'est pas finie).
- Ce n'est pas limité aux clauses `SELECT`, on peut tout à fait utiliser un `CASE` dans une clause `WHERE` par exemple.
- Ce n'est par conséquent pas non plus limité aux requêtes `SELECT`, on peut l'utiliser dans n'importe quelle requête.

Il n'est par contre pas possible d'utiliser une structure `IF` dans une requête. Cependant, il existe une **fonction** `IF()`, beaucoup plus limitée, dont la syntaxe est la suivante :

```
IF(condition, valeur_si_vrai, valeur_si_faux)
```

Exemple :

```
SELECT nom, IF(sexe = 'M', 'Je suis un mâle', 'Je ne suis pas un mâle') AS sexe
FROM Animal
WHERE espece_id = 5;
```

nom	sexe
Baba	Je ne suis pas un mâle
Bibo	Je suis un mâle
Momy	Je ne suis pas un mâle
Popi	Je suis un mâle
Mimi	Je ne suis pas un mâle

Boucles

Une boucle est une structure qui permet de répéter plusieurs fois une série d'instructions. Il existe trois types de boucles en MySQL : `WHILE`, `LOOP` et `REPEAT`.

La boucle `WHILE`

La boucle `WHILE` permet de répéter une série d'instructions **tant que la condition donnée reste vraie**.

```
WHILE condition DO
-- Attention de ne pas oublier le DO, erreur classique
    instructions
END WHILE;
```

Exemple : la procédure suivante affiche les nombres entiers de 1 à *p_nombre* (passé en paramètre).

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE compter_jusque_while(IN p_nombre INT)
BEGIN
    DECLARE v_i INT DEFAULT 1;

    WHILE v_i <= p_nombre DO
        SELECT v_i AS nombre;

        SET v_i = v_i + 1;
  -- À ne surtout pas oublier, sinon la condition restera vraie
    END WHILE;
END |
DELIMITER ;

CALL compter_jusque_while(3);
```

Vérifiez que votre condition devient bien fausse après un certain nombre d'itérations de la boucle. Sinon, vous vous retrouvez avec une boucle infinie (qui ne s'arrête jamais).

La boucle `REPEAT`

La boucle `REPEAT` travaille en quelque sorte de manière opposée à `WHILE`, puisqu'elle exécute des instructions de la boucle **jusqu'à ce que la condition donnée devienne vraie**.
Exemple : voici la même procédure écrite avec une boucle `REPEAT`.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE compter_jusque_repeat(IN p_nombre INT)
BEGIN
    DECLARE v_i INT DEFAULT 1;

    REPEAT
        SELECT v_i AS nombre;

        SET v_i = v_i + 1;
  -- À ne surtout pas oublier, sinon la condition restera vraie
    UNTIL v_i > p_nombre END REPEAT;
END |
DELIMITER ;

CALL compter_jusque_repeat(3);
```

Attention, comme la condition d'une boucle REPEAT est vérifiée après le bloc d'instructions de la boucle, on passe au moins une fois dans la boucle, même si la condition est tout de suite fausse !

Test

```
-- Condition fausse dès le départ, on ne rentre pas dans la boucle
CALL compter_jusque_while(0);

-- Condition fausse dès le départ, on rentre quand même une fois dans la boucle
CALL compter_jusque_repeat(0);
```

Donner un label à une boucle

Il est possible de donner un label (un nom) à une boucle, ou à un bloc d'instructions défini par `BEGIN... END`. Il suffit pour cela de faire précéder l'ouverture de la boucle/du bloc par ce label, suivi de

:.
La fermeture de la boucle/du bloc peut alors faire référence à ce label (mais ce n'est pas obligatoire).

Un label ne peut pas dépasser 16 caractères.

Exemples

```
-- Boucle WHILE
-- ------------
super_while: WHILE condition DO
-- La boucle a pour label "super_while"
    instructions
END WHILE super_while;
-- On ferme en donnant le label de la boucle (facultatif)

-- Boucle REPEAT
-- -------------
repeat_genial: REPEAT
-- La boucle s'appelle "repeat_genial"
    instructions
UNTIL condition END REPEAT;
-- Cette fois, on choisit de ne pas faire référence au label lors de la
fermeture

-- Bloc d'instructions
-- -------------------
bloc_extra: BEGIN
-- Le bloc a pour label "bloc_extra"
    instructions
END bloc_extra;
```

Mais en quoi cela peut-il être utile ?

D'une part, cela peut permettre de **clarifier le code** lorsqu'il y a beaucoup de boucles et de blocs d'instructions imbriqués. D'autre part, il est nécessaire de donner un label aux boucles et aux blocs d'instructions pour lesquels on veut pouvoir **utiliser les instructions `ITERATE` et `LEAVE`.**

Les instructions `LEAVE` et `ITERATE`

`LEAVE` : quitter la boucle ou le bloc d'instructions

L'instruction `LEAVE` peut s'utiliser **dans une boucle ou un bloc d'instructions** et **déclenche la sortie immédiate de la structure dont le label est donné**.

```
LEAVE label_structure;
```

Exemple : cette procédure incrémente de 1, et affiche, un nombre entier passé en paramètre. Et cela, 4 fois maximum. Mais si l'on trouve un multiple de 10, la boucle s'arrête.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE test_leave1(IN p_nombre INT)
BEGIN
    DECLARE v_i INT DEFAULT 4;

    SELECT 'Avant la boucle WHILE';

    while1: WHILE v_i > 0 DO

        SET p_nombre = p_nombre + 1;
  -- On incrémente le nombre de 1

        IF p_nombre%10 = 0 THEN
  -- Si p_nombre est divisible par 10,
            SELECT 'Stop !' AS 'Multiple de 10';
            LEAVE while1;
  -- On quitte la boucle WHILE.
        END IF;

        SELECT p_nombre;
  -- On affiche p_nombre
        SET v_i = v_i - 1;
  -- Attention de ne pas l'oublier

    END WHILE while1;

    SELECT 'Après la boucle WHILE';
END|
DELIMITER ;

CALL test_leave1(3);
-- La boucle s'exécutera 4 fois
```

Avant la boucle WHILE
Avant la boucle WHILE

p_nombre
4

n_nombre
5

n_nombre
6

n_nombre
7

Après la boucle WHILE
Après la boucle WHILE

```
CALL test_leave1(8);
-- La boucle s'arrêtera dès qu'on atteint 10
```

Avant la boucle WHILE
Avant la boucle WHILE

n_nombre
9

Multiple de 10
Stop !

Après la boucle WHILE
Après la boucle WHILE

Il est par conséquent possible d'utiliser `LEAVE` pour provoquer la fin de la procédure stockée.
Exemple : voici la même procédure. Cette fois-ci un multiple de 10 provoque l'arrêt de toute la procédure, pas seulement de la boucle

WHILE.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE test_leave2(IN p_nombre INT)
corps_procedure: BEGIN
-- On donne un label au bloc d'instructions principal
    DECLARE v_i INT DEFAULT 4;

    SELECT 'Avant la boucle WHILE';
    while1: WHILE v_i > 0 DO
        SET p_nombre = p_nombre + 1;
  -- On incrémente le nombre de 1
        IF p_nombre%10 = 0 THEN
  -- Si p_nombre est divisible par 10,
            SELECT 'Stop !' AS 'Multiple de 10';
            LEAVE corps_procedure;
  -- je quitte la procédure.
        END IF;

        SELECT p_nombre;
  -- On affiche p_nombre
        SET v_i = v_i - 1;
  -- Attention de ne pas l'oublier
    END WHILE while1;

    SELECT 'Après la boucle WHILE';
END|
DELIMITER ;

CALL test_leave2(8);
```

`'Après la boucle WHILE'` ne s'affiche plus lorsque l'instruction `LEAVE` est déclenchée, puisque l'on quitte la procédure stockée avant d'arriver à l'instruction `SELECT` qui suit la boucle `WHILE`.
En revanche, `LEAVE` ne permet pas de quitter directement une structure conditionnelle (`IF` ou `CASE`). Il n'est d'ailleurs pas non plus possible de donner un label à ces structures. Cette restriction est cependant aisément contournable en utilisant les blocs d'instructions.
Exemple : la procédure suivante affiche les nombres de 4 à 1, en précisant s'ils sont pairs. Sauf pour le nombre 2, pour lequel une instruction `LEAVE` empêche l'affichage habituel.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE test_leave3()
BEGIN
    DECLARE v_i INT DEFAULT 4;

    WHILE v_i > 0 DO

        IF v_i%2 = 0 THEN
            if_pair: BEGIN
                IF v_i = 2 THEN
```

```
  -- Si v_i vaut 2
                    LEAVE if_pair;
  -- On quitte le bloc "if_pair", ce qui revient à quitter la structure IF v_i
%2 = 0
                END IF;
                SELECT CONCAT(v_i, ' est pair') AS message;
            END if_pair;
        ELSE
            if_impair: BEGIN
                SELECT CONCAT(v_i, ' est impair') AS message;
            END if_impair;
        END IF;

        SET v_i = v_i - 1;
    END WHILE;
END|
DELIMITER ;

CALL test_leave3();
```

message
4 est pair

message
3 est impair

message
1 est impair

`'2 est pair'` n'est pas affiché, puisqu'on a quitté le `IF` avant cet affichage.

`ITERATE` : déclencher une nouvelle itération de la boucle

Cette instruction ne peut être utilisée que dans une boucle. Lorsqu'elle est exécutée, une **nouvelle itération de la boucle commence**. Toutes les instructions suivant `ITERATE` dans la boucle sont ignorées.
Exemple : la procédure suivante affiche les nombres de 1 à 3, avec un message avant le `IF` et après le `IF`. Sauf pour le nombre 2, qui relance une itération de la boucle dans le `IF`.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE test_iterate()
BEGIN
    DECLARE v_i INT DEFAULT 0;
```

```
    boucle_while: WHILE v_i < 3 DO
        SET v_i = v_i + 1;
        SELECT v_i, 'Avant IF' AS message;

        IF v_i = 2 THEN
            ITERATE boucle_while;
        END IF;

        SELECT v_i, 'Après IF' AS message;
  -- Ne sera pas exécuté pour v_i = 2
    END WHILE;
END |
DELIMITER ;

CALL test_iterate();
```

v_i	message
1	Avant IF

v_i	message
1	Après IF

v_i	message
2	Avant IF

v_i	message
3	Avant IF

v_i	message
3	Après IF

Attention à ne pas faire de boucle infinie avec ITERATE, on oublie facilement que cette instruction empêche l'exécution de toutes les instructions qui la suivent dans la boucle. Si j'avais mis par exemple SET v_i = v_i + 1; après ITERATE et non avant,

la boucle serait restée coincée à v_i = 2.

La boucle `LOOP`

On a gardé la boucle `LOOP` pour la fin, parce qu'elle est un peu particulière. En effet, voici sa syntaxe :

```
[label:] LOOP
    instructions
END LOOP [label]
```

Vous voyez bien : il n'est question de condition nulle part. En fait, une boucle `LOOP` doit intégrer dans ses instructions un élément qui va la faire s'arrêter : typiquement une instruction `LEAVE`. Sinon, c'est une boucle infinie.
Exemple : à nouveau une procédure qui affiche les nombres entiers de 1 à *p_nombre*.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE compter_jusque_loop(IN p_nombre INT)
BEGIN
    DECLARE v_i INT DEFAULT 1;

    boucle_loop: LOOP
        SELECT v_i AS nombre;

        SET v_i = v_i + 1;

        IF v_i > p_nombre THEN
            LEAVE boucle_loop;
        END IF;
    END LOOP;
END |
DELIMITER ;

CALL compter_jusque_loop(3);
```

En résumé

- Un bloc d'instructions est délimité par `BEGIN` et `END`. Il est possible d'imbriquer plusieurs blocs d'instructions.
- Une variable locale est définie dans un bloc d'instructions

grâce à la commande `DECLARE`. Une fois la fin du bloc d'instructions atteinte, toutes les variables locales qui y ont été déclarées sont supprimées.

- Une structure conditionnelle permet d'exécuter une série d'instructions si une condition est respectée. Les deux structures conditionnelles de MySQL sont `IF` et `CASE`.
- Une boucle est une structure qui permet de répéter une série d'instructions un certain nombre de fois. Il existe trois types de boucle pour MySQL : `WHILE`, `REPEAT` et `LOOP`.
- L'instruction `LEAVE` permet de quitter un bloc d'instructions ou une boucle.
- L'instruction `ITERATE` permet de relancer une itération d'une boucle.

Chapitre 33

Gestionnaires d'erreurs, curseurs et utilisation avancée

Dans ce chapitre, nous verrons tout d'abord deux structures utilisables dans les blocs d'instructions et qui vont vous ouvrir d'énormes possibilités :

- les **gestionnaires d'erreur**, qui permettent de gérer les cas où une erreur se produirait pendant l'exécution d'une série d'instructions ;
- les **curseurs**, qui permettent de parcourir les lignes de résultat d'une requête `SELECT`.

Ensuite, nous verrons quelques cas d'utilisation avancée des blocs d'instructions, utilisant non seulement les structures décrites dans ce chapitre et le précédent, mais également d'autres notions et objets (transaction, variables utilisateur, etc.).

Gestion des erreurs

Il arrive régulièrement qu'un traitement soit susceptible de générer une erreur SQL. Prenons la procédure suivante, qui enregistre une adoption :

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE ajouter_adoption(IN p_client_id INT, IN p_animal_id INT, IN
p_date DATE, IN p_paye TINYINT)
BEGIN
    DECLARE v_prix DECIMAL(7,2);

    SELECT COALESCE(Race.prix, Espece.prix) INTO v_prix
    FROM Animal
    INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
    LEFT JOIN Race ON Race.id = Animal.race_id
    WHERE Animal.id = p_animal_id;

    INSERT INTO Adoption (animal_id, client_id, date_reservation,
date_adoption, prix, paye)
    VALUES (p_animal_id, p_client_id, CURRENT_DATE(), p_date, v_prix, p_paye);


    SELECT 'Adoption correctement ajoutée' AS message;
END|
DELIMITER ;
```

Plusieurs erreurs sont susceptibles de se déclencher selon les paramètres passés à cette procédure.
Exemple 1 : le client n'existe pas.

```
SET @date_adoption = CURRENT_DATE() + INTERVAL 7 DAY;

CALL ajouter_adoption(18, 6, @date_adoption, 1);
```

```
ERROR 1452 (23000): Cannot add or update a child row: a foreign key constraint
fails (`elevage`.`Adoption`, CONSTRAINT `Adoption_ibfk_1` FOREIGN KEY
(`client_id`) REFERENCES `Client` (`id`))
```

Exemple 2 : l'animal a déjà été adopté.

```
CALL ajouter_adoption(12, 21, @date_adoption, 1);
```

```
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry '21' for key 'ind_uni_animal_id'
```

Exemple 3 : l'animal n'existe pas, *v_prix* est donc `NULL`.

```
CALL ajouter_adoption(12, 102, @date_adoption, 1);
```

```
ERROR 1048 (23000): Column 'prix' cannot be null
```

Pour empêcher ces erreurs intempestives, deux solutions :

- vérifier chaque paramètre pouvant poser problème (*p_animal_id* et *p_client_id* ne sont pas `NULL` et correspondent à quelque chose dans les tables *Animal* et *Client*, *p_animal_id* ne correspond pas à un animal déjà adopté, etc.) ;
- utiliser un gestionnaire d'erreur : c'est ce que nous allons apprendre à faire ici.

Création d'un gestionnaire d'erreur

Voici la syntaxe à utiliser pour créer un gestionnaire d'erreur :

```
DECLARE { EXIT | CONTINUE } HANDLER FOR { numero_erreur | { SQLSTATE
identifiant_erreur } | condition }
    instruction ou bloc d'instructions
```

- Un gestionnaire d'erreur définit une instruction (une seule !), ou un bloc d'instructions (`BEGIN ... END;`), qui va être **exécuté en cas d'erreur** correspondant au gestionnaire.
- Tous les gestionnaires d'erreur doivent être déclarés au même endroit : **après la déclaration des variables locales, mais avant les instructions de la procédure**.
- Un gestionnaire peut, soit provoquer l'**arrêt de la procédure** (`EXIT`), soit **faire reprendre la procédure** après avoir géré l'erreur (`CONTINUE`).

- On peut identifier le type d'erreur que le gestionnaire va reconnaître de trois manières différentes : **un numéro d'erreur, un identifiant, ou une `CONDITION`.**
- Un gestionnaire étant défini grâce au mot-clé `DECLARE`, comme les variables locales, il a exactement **la même portée** que celles-ci.

Exemples : ces deux procédures enregistrent une adoption en gérant les erreurs, l'une arrêtant la procédure, l'autre relançant celle-ci :

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE ajouter_adoption_exit(IN p_client_id INT, IN p_animal_id INT,
IN p_date DATE, IN p_paye TINYINT)
BEGIN
    DECLARE v_prix DECIMAL(7,2);
    DECLARE EXIT HANDLER FOR SQLSTATE '23000'
        BEGIN
            SELECT 'Une erreur est survenue...';
            SELECT 'Arrêt prématuré de la procédure';
        END;

    SELECT 'Début procédure';

    SELECT COALESCE(Race.prix, Espece.prix) INTO v_prix
    FROM Animal
    INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
    LEFT JOIN Race ON Race.id = Animal.race_id
    WHERE Animal.id = p_animal_id;

    INSERT INTO Adoption (animal_id, client_id, date_reservation,
date_adoption, prix, paye)
    VALUES (p_animal_id, p_client_id, CURRENT_DATE(), p_date, v_prix, p_paye);

    SELECT 'Fin procédure' AS message;
END|

CREATE PROCEDURE ajouter_adoption_continue(IN p_client_id INT, IN p_animal_id
INT, IN p_date DATE, IN p_paye TINYINT)
BEGIN
    DECLARE v_prix DECIMAL(7,2);
    DECLARE CONTINUE HANDLER FOR SQLSTATE '23000' SELECT 'Une erreur est
survenue...';

    SELECT 'Début procédure';

    SELECT COALESCE(Race.prix, Espece.prix) INTO v_prix
    FROM Animal
    INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
    LEFT JOIN Race ON Race.id = Animal.race_id
    WHERE Animal.id = p_animal_id;

    INSERT INTO Adoption (animal_id, client_id, date_reservation,
date_adoption, prix, paye)
    VALUES (p_animal_id, p_client_id, CURRENT_DATE(), p_date, v_prix, p_paye);
```

```
    SELECT 'Fin procédure';
END
DELIMITER ;

SET @date_adoption = CURRENT_DATE() + INTERVAL 7 DAY;

CALL ajouter_adoption_exit(18, 6, @date_adoption, 1);
CALL ajouter_adoption_continue(18, 6, @date_adoption, 1);
```

Les instructions définies par le gestionnaire sont bien exécutées, mais `'Fin procédure'` n'est affiché que dans le cas de *ajouter_adoption_continue()*, qui fait reprendre la procédure une fois l'erreur gérée. La procédure *ajouter_adoption_exit()* utilise un bloc d'instructions et peut donc exécuter plusieurs instructions.

Définition de l'erreur gérée

Identifiant ou numéro MySQL de l'erreur

Voici la déclaration du gestionnaire dans la procédure *ajouter_adoption_continue()* :

```
DECLARE CONTINUE HANDLER FOR SQLSTATE '23000' SELECT 'Une erreur est
survenue...';
```

Et voici une des erreurs qui peut être interceptée par ce gestionnaire :

```
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry '21' for key 'ind_uni_animal_id'
```

Le message d'erreur est constitué de trois éléments importants :

- 1062 : le **numéro d'erreur MySQL** (un nombre entier) ;
- 23000 : l'**identifiant de l'état SQL** (une chaîne de 5 caractères) ;
- Duplicate entry '21' for key 'ind_uni_animal_id' : un message donnant le détail de l'erreur.

Identifiant de l'état SQL
Dans la procédure *ajouter_adoption_continue()*, c'est l'identifiant de l'état SQL (`'23000'`) qui a été utilisé.

Il s'agit d'une chaîne de 5 caractères, renvoyée par le serveur au client pour **informer de la réussite ou de l'échec d'une instruction**. Un identifiant commençant par `'00'` par exemple, signifie que l'instruction a réussi. `'23000'` est l'identifiant renvoyé lorsqu'une erreur concernant une contrainte (`NOT NULL`, unicité, clé primaire ou secondaire,…) a été déclenchée.
Pour utiliser cet identifiant dans un gestionnaire d'erreur, il faut le faire précéder de `SQLSTATE`.

Numéro d'erreur MySQL

Pour utiliser le numéro d'erreur SQL, par contre, il suffit de l'indiquer, comme un nombre entier :

```
DECLARE CONTINUE HANDLER FOR 1062 SELECT 'Une erreur est survenue...';
```

Ce sont des codes qui, contrairement aux identifiants `SQLSTATE`, sont **propres à MySQL**. Ils sont aussi en général **plus précis**.
L'identifiant SQL '23000' par exemple, correspond à une dizaine de codes d'erreur MySQL différents.

Quelques exemples de codes souvent rencontrés

Code MySQL	SQLSTATE	Description
1048	23000	La colonne *x* ne peut pas être vide
1169	23000	Violation de contrainte d'unicité
1216	23000	Violation de clé secondaire : insertion ou modification impossible (table avec la clé secondaire)
1217	23000	Violation de clé secondaire : suppression ou modification impossible (table avec la **référence** de la clé secondaire)
1172	42000	Plusieurs lignes de résultats alors qu'on ne peut en avoir qu'une seule
1242	21000	La sous-requête retourne plusieurs lignes de résultats alors qu'on ne peut en avoir qu'une seule

Pour une liste plus complète, il suffit d'aller sur la documentation officielle.

Pour finir, notez qu'il est tout à fait possible d'intercepter des avertissements avec un gestionnaire d'erreur, qui sont également représentés par un identifiant SQL et un code d'erreur MySQL. Un avertissement, contrairement à une erreur, ne fait pas échouer l'instruction par défaut, mais en l'interceptant dans une requête stockée avec un gestionnaire, vous pouvez décider du comportement à adopter suite à cet avertissement.
Vous aurez par exemple un avertissement si vous insérez un `DATETIME` dans une colonne `DATE`, puisque la donnée sera tronquée pour correspondre au type de la colonne (l'heure sera supprimée pour ne garder que la date) : code Mysql `1265`, **`SQLSTATE '01000'`**.

Utilisation d'une `CONDITION`

Avec un numéro d'erreur MySQL et un identifiant d'état SQL, il existe une troisième manière d'identifier les erreurs reconnues par un gestionnaire : une `CONDITION`.
Une `CONDITION` est en fait simplement un nom donné à un numéro d'erreur MySQL ou à un identifiant d'état SQL. Cela vous permet de travailler avec des erreurs plus claires.
Voici la syntaxe à utiliser pour nommer une erreur. Il s'agit à nouveau d'un `DECLARE`. Les déclarations de `CONDITION` doivent se trouver avant les déclarations de gestionnaires.

```
DECLARE nom_erreur CONDITION FOR { SQLSTATE identifiant_SQL |
numero_erreur_MySQL };
```

Exemple : réécrivons la procédure *ajouter_adoption_exit()* en nommant l'erreur :

```
DROP PROCEDURE ajouter_adoption_exit;
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE ajouter_adoption_exit(IN p_client_id INT, IN p_animal_id INT,
IN p_date DATE, IN p_paye TINYINT)
BEGIN
    DECLARE v_prix DECIMAL(7,2);

    DECLARE violation_contrainte CONDITION FOR SQLSTATE '23000';
-- On nomme l'erreur dont l'identifiant est 23000 "violation_contrainte"

    DECLARE EXIT HANDLER FOR violation_contrainte
-- Le gestionnaire sert donc à intercepter
        BEGIN
--   les erreurs de type "violation_contrainte"
            SELECT 'Une erreur est survenue...';
            SELECT 'Arrêt prématuré de la procédure';
```

```
        END;

    SELECT 'Début procédure';

    SELECT COALESCE(Race.prix, Espece.prix) INTO v_prix
    FROM Animal
    INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
    LEFT JOIN Race ON Race.id = Animal.race_id
    WHERE Animal.id = p_animal_id;

    INSERT INTO Adoption (animal_id, client_id, date_reservation,
date_adoption, prix, paye)
    VALUES (p_animal_id, p_client_id, CURRENT_DATE(), p_date, v_prix, p_paye);

    SELECT 'Fin procédure';
END|
DELIMITER ;
```

Conditions prédéfinies

Il existe trois conditions prédéfinies dans MySQL :

- `SQLWARNING` : tous les identifiants SQL commençant par '01', c'est-à-dire les avertissements et les notes ;
- **`NOT FOUND`** : tous les identifiants SQL commençant par '02', et que nous verrons plus en détail avec les curseurs ;
- `SQLEXCEPTION` : tous les identifiants SQL ne commençant ni par '00', ni par '01', ni par '02', donc les erreurs.

Exemple : réécriture de la procédure *ajouter_adoption_exit()*, de façon à ce que le gestionnaire intercepte toutes les erreurs SQL.

```
DROP PROCEDURE ajouter_adoption_exit;
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE ajouter_adoption_exit(IN p_client_id INT, IN p_animal_id INT,
IN p_date DATE, IN p_paye TINYINT)
BEGIN
    DECLARE v_prix DECIMAL(7,2);

    DECLARE EXIT HANDLER FOR SQLEXCEPTION
        BEGIN
            SELECT 'Une erreur est survenue...';
            SELECT 'Arrêt prématuré de la procédure';
        END;

    SELECT 'Début procédure';

    SELECT COALESCE(Race.prix, Espece.prix) INTO v_prix
    FROM Animal
    INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
    LEFT JOIN Race ON Race.id = Animal.race_id
    WHERE Animal.id = p_animal_id;

    INSERT INTO Adoption (animal_id, client_id, date_reservation,
```

```
date_adoption, prix, paye)
    VALUES (p_animal_id, p_client_id, CURRENT_DATE(), p_date, v_prix, p_paye);

    SELECT 'Fin procédure';
END|
DELIMITER ;
```

Déclarer plusieurs gestionnaires, gérer plusieurs erreurs par gestionnaire

Un gestionnaire peut reconnaître plusieurs types d'erreurs différents. Par ailleurs, il est possible de déclarer plusieurs gestionnaires dans un même bloc d'instructions.
Exemple : toujours avec la procédure *ajouter_adoption_exit()*. On peut l'écrire en détaillant différentes erreurs possibles, puis en ajoutant un gestionnaire général qui reconnaîtra les `SQLEXCEPTION` et les `SQLWARNING`, pour tous les cas qu'on ne traite pas dans les autres gestionnaires. Ce qui donne :

```
DROP PROCEDURE ajouter_adoption_exit;
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE ajouter_adoption_exit(IN p_client_id INT, IN p_animal_id INT,
IN p_date DATE, IN p_paye TINYINT)
BEGIN
    DECLARE v_prix DECIMAL(7,2);

    DECLARE violation_cle_etrangere CONDITION FOR 1452;
-- Déclaration des CONDITIONS
    DECLARE violation_unicite CONDITION FOR 1062;

    DECLARE EXIT HANDLER FOR violation_cle_etrangere
-- Déclaration du gestionnaire pour
        BEGIN
-- les erreurs de clés étrangères
            SELECT 'Erreur : violation de clé étrangère.';
        END;
    DECLARE EXIT HANDLER FOR violation_unicite
-- Déclaration du gestionnaire pour
        BEGIN
-- les erreurs d'index unique
            SELECT 'Erreur : violation de contrainte d''unicité.';
        END;
    DECLARE EXIT HANDLER FOR SQLEXCEPTION, SQLWARNING
-- Déclaration du gestionnaire pour
        BEGIN
```

```
-- toutes les autres erreurs ou avertissements
            SELECT 'Une erreur est survenue...';
        END;

    SELECT 'Début procédure';

    SELECT COALESCE(Race.prix, Espece.prix) INTO v_prix
    FROM Animal
    INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
    LEFT JOIN Race ON Race.id = Animal.race_id
    WHERE Animal.id = p_animal_id;

    INSERT INTO Adoption (animal_id, client_id, date_reservation,
date_adoption, prix, paye)
    VALUES (p_animal_id, p_client_id, CURRENT_DATE(), p_date, v_prix, p_paye);

    SELECT 'Fin procédure';
END
DELIMITER ;

SET @date_adoption = CURRENT_DATE() + INTERVAL 7 DAY;

CALL ajouter_adoption_exit(12, 3, @date_adoption, 1);
-- Violation unicité (animal 3 est déjà adopté)
CALL ajouter_adoption_exit(133, 6, @date_adoption, 1);
-- Violation clé étrangère (client 133 n'existe pas)
CALL ajouter_adoption_exit(NULL, 6, @date_adoption, 1);
-- Violation de contrainte NOT NULL
```

Cette procédure montre également que lorsque plusieurs gestionnaires d'erreur peuvent correspondre à l'erreur déclenchée (ou à l'avertissement), c'est le plus précis qui est utilisé. C'est la raison pour laquelle une violation de clé étrangère déclenche le gestionnaire `FOR violation_cle_etrangere` (numéro MySQL 1062), et non le gestionnaire `FOR SQLEXCEPTION`.

Curseurs

Nous avons vu qu'il était possible d'exploiter le résultat d'un `SELECT` dans un bloc d'instructions, en utilisant la commande `SELECT colonne(s) INTO variable(s)`, qui assigne les valeurs sélectionnées à des variables.
Cependant, `SELECT ... INTO` ne peut être utilisé que pour des requêtes qui ne ramènent qu'une seule ligne de résultats.
Les curseurs permettent de **parcourir un jeu de résultats d'une requête `SELECT`**, quel que soit le nombre de lignes récupérées, et d'en exploiter les valeurs.

Quatre étapes sont nécessaires pour utiliser un curseur.

- Déclaration du curseur : avec une instruction `DECLARE`.
- Ouverture du curseur : on exécute la requête `SELECT` du curseur et on stocke le résultat dans celui-ci.
- Parcours du curseur : on parcourt une à une les lignes.
- Fermeture du curseur.

Syntaxe

Déclaration du curseur

Comme toutes les instructions `DECLARE`, la déclaration d'un curseur doit se faire au début du bloc d'instructions pour lequel celui-ci est défini. Plus précisément, on déclare les curseurs **après les variables locales et les conditions**, mais **avant les gestionnaires d'erreur**.

```
DECLARE nom_curseur CURSOR FOR requete_select;
```

Un curseur est donc composé d'**un nom**, et d'**une requête `SELECT`**.
Exemple :

```
DECLARE curseur_client CURSOR
    FOR SELECT *
    FROM Client;
```

Ouverture et fermeture du curseur

En déclarant le curseur, on a donc associé un nom et une requête `SELECT`. L'ouverture du curseur va provoquer l'exécution de la requête `SELECT`, ce qui va produire un jeu de résultats.
Une fois qu'on aura parcouru les résultats, il n'y aura plus qu'à fermer le curseur. Si on ne le fait pas explicitement, le curseur sera fermé à la fin du bloc d'instructions.

```
OPEN nom_curseur;
  -- Parcours du curseur et instructions diverses
CLOSE nom_curseur;
```

Parcours du curseur

Une fois que le curseur a été ouvert et le jeu de résultats récupéré, le curseur place un pointeur sur la première ligne de résultats. Avec la commande `FETCH`, on récupère la ligne sur laquelle pointe le curseur, et on fait avancer le pointeur vers la ligne de résultats suivante.

```
FETCH nom_curseur INTO variable(s);
```

Bien entendu, comme pour `SELECT ... INTO`, il faut donner autant de variables dans la clause `INTO` qu'on a récupéré de colonnes dans la clause `SELECT` du curseur.
Exemple : la procédure suivante parcourt les deux premières lignes de la table *Client* avec un curseur.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE parcours_deux_clients()
BEGIN
    DECLARE v_nom, v_prenom VARCHAR(100);

    DECLARE curs_clients CURSOR
        FOR SELECT nom, prenom
-- Le SELECT récupère deux colonnes
        FROM Client
        ORDER BY nom, prenom;
-- On trie les clients par ordre alphabétique

    OPEN curs_clients;
-- Ouverture du curseur

    FETCH curs_clients INTO v_nom, v_prenom;
-- On récupère la première ligne et on assigne les valeurs récupérées à nos
variables locales
    SELECT CONCAT(v_prenom, ' ', v_nom) AS 'Premier client';

    FETCH curs_clients INTO v_nom, v_prenom;
-- On récupère la seconde ligne et on assigne les valeurs récupérées à nos
variables locales
    SELECT CONCAT(v_prenom, ' ', v_nom) AS 'Second client';

    CLOSE curs_clients;
-- Fermeture du curseur
END|
DELIMITER ;

CALL parcours_deux_clients();
```

Premier client
Maximilien Antoine

Restrictions

`FETCH` est la seule commande permettant de récupérer une partie d'un jeu de résultats d'un curseur, et elle ne permet qu'une chose : récupérer la ligne de résultats suivante.
Il n'est pas possible de sauter une ou plusieurs lignes, ni d'aller rechercher une ligne précédente. **On ne peut que parcourir les lignes une à une**, de la première à la dernière.
Ensuite, il n'est pas possible de modifier une ligne directement à partir d'un curseur. Il s'agit d'une restriction particulière à MySQL. D'autres SGBD vous permettent des requêtes d'`UPDATE` directement sur les curseurs.
Avec Oracle, la requête suivante modifiera la dernière ligne récupérée avec `FETCH` :

```
UPDATE nom_table
   SET colonne = valeur
 WHERE CURRENT OF nom_curseur;
```

Ce n'est, du moins actuellement, absolument pas possible avec MySQL !!!

Il vaut d'ailleurs mieux éviter tout `UPDATE` sur une table sur laquelle un curseur est ouvert, même sans faire de référence à celui-ci. Le résultat d'un tel `UPDATE` serait imprévisible.

Ces restrictions sur les requêtes UPDATE sont bien entendu également valables pour les suppressions (DELETE).

Parcourir intelligemment tous les résultats d'un curseur

Pour récupérer une ligne de résultats, on utilise donc `FETCH`. Dans la procédure *parcours_deux_clients()*, on voulait récupérer les deux premières lignes, on a donc utilisé deux `FETCH`.
Cependant, la plupart du temps, on ne veut pas seulement utiliser les deux premières lignes, mais toutes ! Or, sauf exception, on ne sait pas combien de lignes seront sélectionnées.
On veut donc parcourir une à une les lignes de résultats, et leur appliquer un traitement, sans savoir à l'avance combien de fois ce traitement devra être répété.
Pour cela, on utilise une boucle ! `WHILE`, `REPEAT` ou `LOOP`. Il n'y a plus qu'à trouver une condition pour arrêter la boucle une fois tous les résultats parcourus.

Condition d'arrêt

Voyons ce qui se passe lorsque l'on fait un `FETCH` alors qu'il n'y a plus, ou pas, de résultats.
Voici une procédure qui sélectionne les clients selon une ville donnée en paramètre. Les lignes sont récupérées et affichées grâce au `FETCH`, placé dans une boucle `LOOP`. Je rappelle que cette boucle ne définit pas de condition d'arrêt : il est nécessaire d'ajouter une instruction `LEAVE` pour l'arrêter. Ici, pour tester, on ne mettra pas d'instruction `LEAVE`.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE test_condition(IN p_ville VARCHAR(100))
BEGIN
    DECLARE v_nom, v_prenom VARCHAR(100);

    DECLARE curs_clients CURSOR
        FOR SELECT nom, prenom
        FROM Client
        WHERE ville = p_ville;

    OPEN curs_clients;

    LOOP
        FETCH curs_clients INTO v_nom, v_prenom;
        SELECT CONCAT(v_prenom, ' ', v_nom) AS 'Client';
```

```
    END LOOP;

    CLOSE curs_clients;
END
DELIMITER ;
```

Voyons donc ce que ça donne pour une ville dans laquelle quelques clients habitent.

```
CALL test_condition('Houtsiplou');
```

Client
Jean Dupont

Client
Virginie Broussaille

```
ERROR 1329 (02000): No data - zero rows fetched, selected, or processed
```

Tentons ensuite l'expérience avec une ville qui ne donnera aucun résultat.

```
CALL test_condition('Bruxelles');
```

```
ERROR 1329 (02000): No data - zero rows fetched, selected, or processed
```

On a la même erreur dans les deux cas, lorsqu'on essaye de faire un `FETCH` alors qu'il n'y a pas ou plus de ligne à récupérer. Or, vous vous souvenez peut-être d'une condition prédéfinie pour les gestionnaires d'erreur, **`NOT FOUND`**, qui représente les erreurs dont l'identifiant SQL commence par `'02'`, ce qui est le cas ici.
On va donc utiliser cette condition pour arrêter la boucle : on définit un gestionnaire pour la condition **`NOT FOUND`**, qui change la valeur d'une variable locale. Cette variable locale vaut 0 au départ, et passe à 1 quand le gestionnaire est déclenché (donc quand il n'y a plus de ligne). Il suffit alors d'ajouter une structure `IF` qui vérifie la valeur de la variable locale une fois le `FETCH` exécuté. Si elle vaut 1, on quitte la boucle.
Exemple : la procédure *test_condition2()* ci-dessous fait la même chose que *test_condition()*, mais inclut le gestionnaire d'erreur et le `IF` nécessaires pour stopper la boucle dès que toutes les lignes

sélectionnées ont été parcourues :

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE test_condition2(IN p_ville VARCHAR(100))
BEGIN
    DECLARE v_nom, v_prenom VARCHAR(100);
    DECLARE fin TINYINT DEFAULT 0;
-- Variable locale utilisée pour stopper la boucle

    DECLARE curs_clients CURSOR
        FOR SELECT nom, prenom
        FROM Client
        WHERE ville = p_ville;

    DECLARE CONTINUE HANDLER FOR NOT FOUND SET fin = 1;
-- Gestionnaire d'erreur pour la condition NOT FOUND

    OPEN curs_clients;

    loop_curseur: LOOP
        FETCH curs_clients INTO v_nom, v_prenom;

        IF fin = 1 THEN
-- Structure IF pour quitter la boucle à la fin des résultats
            LEAVE loop_curseur;
        END IF;

        SELECT CONCAT(v_prenom, ' ', v_nom) AS 'Client';
    END LOOP;

    CLOSE curs_clients;
END|
DELIMITER ;

CALL test_condition2('Houtsiplou');
CALL test_condition2('Bruxelles');
```

Je vous laisse le soin, si vous le désirez, de réécrire cette procédure en utilisant une boucle `WHILE` ou une boucle `REPEAT`. C'est un excellent exercice !
Notez que ce n'est pas la seule solution pour arrêter la boucle. On pourrait par exemple compter le nombre de lignes récupérées, grâce à la fonction `FOUND_ROWS()` (dont on a déjà parlé dans le chapitre sur les fonctions). Cependant, cette utilisation du gestionnaire d'erreur est la solution la plus utilisée, et je la trouve personnellement très élégante.

Le cas des booléens chez MySQL

Un booléen, en informatique, est un type de donnée pouvant prendre deux états : vrai, ou faux.
MySQL ne propose pas ce type de données. Avec MySQL, on

représente la valeur "vrai" par 1, et la valeur "faux" par 0.
Démonstration :

```
SELECT 1 = 1, 1 = 2;
-- 1 = 1 est vrai, bien sûr. Contrairement à 1 = 2 (si si !)
```

1 = 1	1 = 2
1	0

Par conséquent, pour représenter un booléen, on utilise en général un `TINYINT`, valant soit 0, soit 1. C'est ce que l'on a fait pour la colonne *paye* de la table *Client* par exemple.
Une autre conséquence, est que la structure `IF` que l'on utilise dans la procédure *test_condition2()* peut être réécrite de la manière suivante :

```
IF fin THEN
    LEAVE loop_curseur;
END IF;
```

Et pour améliorer encore la lisibilité pour les données de ce genre, MySQL a créé plusieurs synonymes que l'on peut utiliser dans ces situations.

- `BOOL` et `BOOLEAN` sont synonymes de `TINYINT(1)`.
- `TRUE` est synonyme de 1.
- `FALSE` est synonyme de 0.

On peut donc réécrire la procédure *test_condition2()* en utilisant ces synonymes.

```
DROP PROCEDURE test_condition2;
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE test_condition2(IN p_ville VARCHAR(100))
BEGIN
    DECLARE v_nom, v_prenom VARCHAR(100);
    DECLARE fin BOOLEAN DEFAULT FALSE;
-- On déclare fin comme un BOOLEAN, avec FALSE pour défaut

    DECLARE curs_clients CURSOR
        FOR SELECT nom, prenom
        FROM Client
        WHERE ville = p_ville;

    DECLARE CONTINUE HANDLER FOR NOT FOUND SET fin = TRUE;
-- On utilise TRUE au lieu de 1

    OPEN curs_clients;
```

```
    loop_curseur: LOOP
        FETCH curs_clients INTO v_nom, v_prenom;

        IF fin THEN
-- Plus besoin de "= 1"
            LEAVE loop_curseur;
        END IF;

        SELECT CONCAT(v_prenom, ' ', v_nom) AS 'Client';
    END LOOP;

    CLOSE curs_clients;
END
DELIMITER ;
```

Utilisation avancée des blocs d'instructions

Vous avez maintenant vu les principales structures qu'il est possible d'utiliser dans un bloc d'instructions. Nous allons ici combiner ces structures avec des objets ou notions vues précédemment.
La puissance du langage SQL (et de tous les langages informatiques) réside dans le fait qu'on peut **combiner différentes notions pour réaliser des traitements complexes**. Voici quelques exemples de telles combinaisons.
Notez que ces exemples utilisent tous des procédures stockées, mais la plupart sont adaptables à d'autres objets, comme les triggers, les fonctions stockées ou les événements.

Utiliser des variables utilisateur dans un bloc d'instructions

En plus des variables locales, il est tout à fait possible d'utiliser des variables utilisateur dans un bloc d'instructions. Mais n'oubliez pas qu'**une variable utilisateur est définie pour toute la session, pas uniquement le bloc**, même si elle est créée à l'intérieur de celui-ci.

Exemple : procédure stockée utilisant une variable utilisateur.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE test_vu()
BEGIN
    SET @var = 15;
END|
DELIMITER ;

SELECT @var;
-- @var n'existe pas encore, on ne l'a pas définie
CALL test_vu();
-- On exécute la procédure
SELECT @var;
-- @var vaut maintenant 15, même en dehors de la procédure, puisqu'elle est
définie partout dans la session
```

Voyant cela, on pourrait être tenté d'utiliser des variables utilisateur à la place des paramètres `OUT` et `INOUT` des procédures stockées. Cependant, il convient d'être extrêmement prudent lorsque l'on utilise des variables utilisateur dans un bloc d'instructions.
Si l'on reste par exemple dans le contexte des procédures stockées, un des intérêts de celles-ci est d'avoir une interface entre la base de données et l'utilisateur. L'utilisateur n'est donc pas nécessairement conscient des variables utilisateur qui sont définies ou modifiées dans la procédure. Il pourrait donc définir des variables utilisateur, puis exécuter une procédure et constater que certaines de ses variables ont été écrasées par la procédure.
Ainsi dans le code suivant :

```
SET @var = 'Bonjour';
CALL test_vu();
SELECT @var;           -- Donne 15 !
```

Un utilisateur inconscient du fait que *test_vu()* modifie `@var` pourrait bien y perdre des cheveux !
Un raisonnement similaire peut être tenu pour les autres objets utilisant les blocs d'instructions.
Évitez donc les variables utilisateur dans les blocs quand c'est possible (et nous allons bientôt voir un cas où ce n'est pas possible).

Utiliser une procédure dans un bloc

`CALL nom_procedure();` est une instruction. On peut donc parfaitement exécuter une procédure dans un bloc d'instructions.
Exemple : la procédure *surface_cercle()* calcule la surface d'un cercle à partir de son rayon. Elle exécute pour cela la procédure *carre()*, qui élève un nombre au carré.
Pour rappel, on calcule la surface d'un cercle avec la formule suivante : $S = \pi \times r^2$

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE carre(INOUT p_nb FLOAT) SET p_nb = p_nb * p_nb|

CREATE PROCEDURE surface_cercle(IN p_rayon FLOAT, OUT p_surface FLOAT)
BEGIN
    CALL carre(p_rayon);

    SET p_surface = p_rayon * PI();
END|
DELIMITER ;

CALL surface_cercle(1, @surface);    -- Donne environ pi (3,14...)
SELECT @surface;
CALL surface_cercle(2, @surface);    -- Donne environ 12,57...
SELECT @surface;
```

Un FLOAT stockant une valeur approchée, il est tout à fait possible (voire probable) que vous obteniez un résultat différent de celui donné par une calculette.

Transactions et gestion d'erreurs

Un usage classique et utile des gestionnaires d'erreur est l'annulation des transactions en cas d'erreur.
Exemple : la procédure suivante prend en paramètre l'*id* d'un client, et de deux animaux que le client veut adopter :

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE adoption_deux_ou_rien(p_client_id INT, p_animal_id_1 INT,
p_animal_id_2 INT)
BEGIN
    DECLARE v_prix DECIMAL(7,2);
```

```
    DECLARE EXIT HANDLER FOR SQLEXCEPTION ROLLBACK;
-- Gestionnaire qui annule la transaction et termine la procédure

    START TRANSACTION;

    SELECT COALESCE(Race.prix, Espece.prix) INTO v_prix
    FROM Animal
    INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
    LEFT JOIN Race ON Race.id = Animal.race_id
    WHERE Animal.id = p_animal_id_1;

    INSERT INTO Adoption (animal_id, client_id, date_reservation,
date_adoption, prix, paye)
    VALUES (p_animal_id_1, p_client_id, CURRENT_DATE(), CURRENT_DATE(), v_prix,
TRUE);

    SELECT 'Adoption animal 1 réussie' AS message;

    SELECT COALESCE(Race.prix, Espece.prix) INTO v_prix
    FROM Animal
    INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
    LEFT JOIN Race ON Race.id = Animal.race_id
    WHERE Animal.id = p_animal_id_2;

    INSERT INTO Adoption (animal_id, client_id, date_reservation,
date_adoption, prix, paye)
    VALUES (p_animal_id_2, p_client_id, CURRENT_DATE(), CURRENT_DATE(), v_prix,
TRUE);

    SELECT 'Adoption animal 2 réussie' AS message;

    COMMIT;
END
DELIMITER ;

CALL adoption_deux_ou_rien(2, 43, 55);
-- L'animal 55 a déjà été adopté
```

La procédure s'interrompt, puisque la seconde insertion échoue. On n'exécute donc pas le second `SELECT`. Ici, grâce à la transaction et au `ROLLBACK` du gestionnaire, la première insertion a été annulée.

On ne peut pas utiliser de transactions dans un trigger.

Préparer une requête dans un bloc d'instructions

Pour finir, on peut créer et exécuter une requête préparée dans un bloc d'instructions. Ceci permet de créer des requêtes dynamiques, puisqu'on prépare une requête à partir d'une chaîne de caractères.
Exemple : la procédure suivante ajoute la ou les clauses que l'on veut à une simple requête `SELECT` :

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE select_race_dynamique(p_clause VARCHAR(255))
BEGIN
    SET @sql = CONCAT('SELECT nom, description FROM Race ', p_clause);

    PREPARE requete FROM @sql;
    EXECUTE requete;
END|
DELIMITER ;

CALL select_race_dynamique('WHERE espece_id = 2');
-- Affichera les races de chats
CALL select_race_dynamique('ORDER BY nom LIMIT 2');
-- Affichera les deux premières races par ordre alphabétique de leur nom
```

Il va sans dire que ce genre de construction dynamique de requêtes peut poser d'**énormes problèmes de sécurité** si l'on ne prend pas de précaution.
Par ailleurs, il n'est pas possible de construire une requête préparée à partir d'une variable locale. Il est donc nécessaire d'utiliser une variable utilisateur.

L'utilisation des requêtes préparées n'est pas permise dans un trigger.

En résumé

- Un gestionnaire d'erreur permet d'**intercepter un ou plusieurs types d'erreurs** (ou avertissements) SQL et de déclencher une série d'instructions en cas d'erreur.
- Les erreurs interceptées peuvent être représentées par un numéro d'erreur MySQL, un identifiant `SQLSTATE` ou une `CONDITION`.
- Il existe trois conditions prédéfinies : `SQLEXCEPTION` (pour tout type d'erreur SQL), `SQLWARNING` (pour tout avertissement) et **`NOT FOUND`** (en cas de `FETCH` sur un jeu de résultats vide ou épuisé).

- Un curseur est une structure qui permet de **parcourir un jeu de résultats**
- Dans un bloc d'instructions, on déclare d'abord les variables locales, puis les conditions, suivies des curseurs, et pour finir les gestionnaires d'erreurs. Toutes ces déclarations doivent être faites avant les instructions du bloc.

Chapitre 34

Triggers

Les triggers (ou déclencheurs) sont des objets de la base de données. **Attachés à une table**, ils vont **déclencher l'exécution d'une instruction**, ou d'un bloc d'instructions, **lorsqu'une, ou plusieurs lignes sont insérées, supprimées ou modifiées** dans la table à laquelle ils sont attachés.
Dans ce chapitre, nous allons voir comment ils fonctionnent exactement, comment on peut les créer et les supprimer, et surtout, comment on peut s'en servir et quelles sont leurs restrictions.

Principe et usage

Qu'est-ce qu'un trigger ?

Tout comme les procédures stockées, les triggers servent à exécuter une ou plusieurs instructions. Mais à la différence des procédures, il n'est pas possible d'appeler un trigger : un trigger doit être déclenché par un événement.
Un trigger est **attaché à une table**, et peut **être déclenché** par :

- une insertion dans la table (requête `INSERT`) ;
- la suppression d'une partie des données de la table (requête `DELETE`) ;
- la modification d'une partie des données de la table (requête `UPDATE`).

Par ailleurs, une fois le trigger déclenché, ses instructions peuvent être exécutées soit juste avant l'exécution de l'événement déclencheur, soit juste après.

Que fait un trigger ?

Un trigger exécute un **traitement pour chaque ligne insérée, modifiée ou supprimée** par l'événement déclencheur. Donc si l'on insère cinq lignes, les instructions du trigger seront exécutées cinq fois, chaque itération permettant de traiter les données d'une des lignes insérées.
Les instructions d'un trigger suivent les mêmes principes que les instructions d'une procédure stockée. S'il y a plus d'une instruction, il faut les mettre à l'intérieur d'un bloc d'instructions. Les structures que nous avons vues dans les deux chapitres précédents sont bien sûr utilisables (structures conditionnelles, boucles, gestionnaires d'erreur, etc.), avec toutefois quelques restrictions que nous verrons en fin de chapitre.
Un trigger peut modifier et/ou insérer des données dans n'importe quelle table sauf les tables utilisées dans la requête qui l'a déclenché. En ce qui concerne la table à laquelle le trigger est attaché (qui est forcément utilisée par l'événement déclencheur), le trigger peut lire et modifier uniquement la ligne insérée, modifiée ou supprimée qu'il est en train de traiter.

À quoi sert un trigger ?

On peut faire de nombreuses choses avec un trigger. Voici quelques exemples d'usage fréquent de ces objets. Nous verrons plus loin certains de ces exemples appliqués à notre élevage d'animaux.

Contraintes et vérifications de données

Comme cela a déjà été mentionné dans le chapitre sur les types de données, MySQL n'implémente pas de contraintes d'assertion, qui sont des contraintes permettant de limiter les valeurs acceptées par une colonne (limiter une colonne `TINYINT` à `TRUE` (1) ou `FALSE` (0) par exemple).
Avec des triggers se déclenchant avant l'`INSERT` et avant l'`UPDATE`, on peut vérifier les valeurs d'une colonne lors de l'insertion ou de la modification, et les corriger si elles ne font pas partie des valeurs acceptables, ou bien faire échouer la requête. On peut ainsi pallier l'absence de contraintes d'assertion.

Intégrité des données

Les triggers sont parfois utilisés pour remplacer les options des clés étrangères `ON UPDATE RESTRICT|CASCADE|SET NULL` et `ON DELETE RESTRICT|CASCADE|SET NULL`. Notamment pour des tables MyISAM, qui sont non-transactionnelles et ne supportent pas les clés étrangères.
Cela peut aussi être utilisé avec des tables transactionnelles, dans les cas où le traitement à appliquer pour garder des données cohérentes est plus complexe que ce qui est permis par les options de clés étrangères.
Par exemple, dans certains systèmes, on veut pouvoir appliquer deux systèmes de suppression :

- une vraie suppression pure et dure, avec effacement des données, donc une requête `DELETE` ;
- un archivage, qui masquera les données dans l'application mais les conservera dans la base de données.

Dans ce cas, une solution possible est d'ajouter aux tables contenant des données archivables une colonne *archive*, pouvant contenir 0 (la ligne n'est pas archivée) ou 1 (la ligne est archivée). Pour une vraie suppression, on peut utiliser simplement un `ON DELETE RESTRICT|CASCADE|SET NULL`, qui se répercutera sur les tables référençant les données supprimées. Par contre, dans le cas d'un archivage, on utilisera plutôt un trigger pour traiter les lignes qui référencent les données archivées, par exemple en les archivant également.

Historisation des actions

On veut parfois garder une trace des actions effectuées sur la base de données, c'est-à-dire par exemple, savoir qui a modifié telle ligne, et quand. Avec les triggers, rien de plus simple, il suffit de mettre à jour des données d'historisation à chaque insertion, modification ou suppression. Soit directement dans la table concernée, soit dans une table utilisée spécialement et exclusivement pour garder un historique des actions.

Mise à jour d'informations qui dépendent d'autres données

Comme pour les procédures stockées, une partie de la logique "business" de l'application peut être codée directement dans la base de données, grâce aux triggers, plutôt que du côté applicatif (en PHP, Java ou quel que soit le langage de programmation utilisé). À nouveau, cela peut permettre d'harmoniser un traitement à travers plusieurs applications utilisant la même base de données.
Par ailleurs, lorsque certaines informations dépendent de la valeur de certaines données, on peut en général les retrouver en faisant une requête `SELECT`. Dans ce cas, il n'est pas indispensable de stocker ces informations.
Cependant, utiliser les triggers pour stocker ces informations peut faciliter la vie de l'utilisateur, et peut aussi faire gagner en performance. Par exemple, si l'on a très souvent besoin de cette information, ou si la requête à faire pour trouver cette information est longue à exécuter.
C'est typiquement cet usage qui est fait des triggers dans ce qu'on appelle les "vues matérialisées", auxquelles un chapitre est consacré dans la partie 6.

Création des triggers

Syntaxe

Pour créer un trigger, on utilise la commande suivante :

```
CREATE TRIGGER nom_trigger moment_trigger evenement_trigger
ON nom_table FOR EACH ROW
corps_trigger
```

- `CREATE TRIGGER nom_trigger` : les triggers ont donc un nom.
- `moment_trigger evenement_trigger` : servent à définir quand et comment le trigger est déclenché.
- `ON nom_table` : c'est là qu'on définit à quelle table le trigger est attaché.
- `FOR EACH ROW` : signifie littéralement "pour chaque ligne", sous-entendu "pour chaque ligne insérée/supprimée/modifiée" selon ce qui a déclenché le trigger.
- `corps_trigger` : c'est le contenu du trigger. Comme pour les procédures stockées, il peut s'agir soit d'une seule instruction, soit d'un bloc d'instructions.

Événement déclencheur

Trois événements différents peuvent déclencher l'exécution des instructions d'un trigger.

- L'insertion de lignes (`INSERT`) dans la table attachée au trigger.
- La modification de lignes (`UPDATE`) de cette table.
- La suppression de lignes (`DELETE`) de la table.

Un trigger est soit déclenché par `INSERT`, soit par `UPDATE`, soit par `DELETE`. Il ne peut pas être déclenché par deux événements différents. On peut par contre créer plusieurs triggers par table pour couvrir chaque événement.

Avant ou après

Lorsqu'un trigger est déclenché, ses instructions peuvent être exécutées à deux moments différents. Soit juste avant que l'événement déclencheur n'ait lieu (`BEFORE`), soit juste après (`AFTER`). Donc, si vous avez un trigger `BEFORE UPDATE` sur la table *A*, l'exécution d'une requête `UPDATE` sur cette table va d'abord déclencher l'exécution des instructions du trigger, ensuite seulement les lignes de la table seront modifiées.

Exemple

Pour créer un trigger sur la table *Animal*, déclenché par une insertion, et s'exécutant après ladite insertion, on utilisera la syntaxe suivante :

```
CREATE TRIGGER after_insert_animal AFTER INSERT
ON Animal FOR EACH ROW
corps_trigger;
```

Règle et convention

Il ne peut exister qu'un seul trigger par combinaison `moment_trigger/evenement_trigger` par table. Donc un seul trigger `BEFORE UPDATE` par table, un seul `AFTER DELETE`, etc.
Étant donné qu'il existe deux possibilités pour le moment d'exécution, et trois pour l'événement déclencheur, on a donc un **maximum de six triggers par table**.
Cette règle étant établie, il existe une convention quant à la manière de nommer ses triggers, que je vous encourage à suivre : *nom_trigger* = *moment_evenement_table*. Donc le trigger `BEFORE UPDATE ON Animal` aura pour nom : *before_update_animal*.

OLD et NEW

Dans le corps du trigger, MySQL met à disposition deux mots-clés : `OLD` et `NEW`.

- `OLD` : représente les valeurs des colonnes de la ligne traitée **avant qu'elle ne soit modifiée** par l'événement déclencheur. Ces valeurs peuvent être **lues, mais pas modifiées**.
- `NEW` : représente les valeurs des colonnes de la ligne traitée **après qu'elle a été modifiée** par l'événement déclencheur. Ces valeurs peuvent être **lues et modifiées**.

Il n'y a que dans le cas d'un trigger `UPDATE` que `OLD` et `NEW` coexistent. Lors d'une insertion, `OLD` n'existe pas, puisque la ligne n'existe pas avant l'événement déclencheur ; dans le cas d'une suppression, c'est `NEW` qui n'existe pas, puisque la ligne n'existera plus après l'événement déclencheur.
Premier exemple : l'insertion d'une ligne.
Exécutons la commande suivante :

```
INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, prix, paye)
VALUES (12, 15, NOW(), 200.00, FALSE);
```

Pendant le traitement de cette ligne par le trigger correspondant,

- `NEW.client_id` vaudra 12 ;
- `NEW.animal_id` vaudra 15 ;
- `NEW.date_reservation` vaudra `NOW()` ;
- `NEW.date_adoption` vaudra `NULL` ;
- `NEW.prix` vaudra 200.00 ;
- `NEW.paye` vaudra `FALSE` (0).

Les valeurs de `OLD` ne seront pas définies.
Dans le cas d'une suppression, on aura exactement l'inverse.
Second exemple : la modification d'une ligne.
On modifie la ligne que l'on vient d'insérer en exécutant la commande suivante :

```
UPDATE Adoption
SET paye = TRUE
WHERE client_id = 12 AND animal_id = 15;
```

Pendant le traitement de cette ligne par le trigger correspondant,

- `NEW.paye` vaudra `TRUE`, tandis que `OLD.paye` vaudra `FALSE`.
- Par contre les valeurs respectives de `NEW.animal_id`, `NEW.client_id`, `NEW.date_reservation`, `NEW.date_adoption` et `NEW.prix` seront les mêmes que `OLD.animal_id`, `OLD.client_id`, `OLD.date_reservation`, `OLD.date_adoption` et `OLD.prix`, puisque ces colonnes ne sont pas modifiées par la requête.

Dans le cas d'une insertion ou d'une modification, si un trigger peut potentiellement changer la valeur de NEW.colonne, il doit être exécuté avant l'événement (BEFORE). Sinon, la ligne aura déjà été insérée ou modifiée, et la modification de NEW.colonne n'aura plus aucune influence sur celle-ci.

Erreur déclenchée pendant un trigger

- Si un trigger `BEFORE` génère une erreur (non interceptée par un gestionnaire d'erreur), la requête ayant déclenché le trigger ne sera pas exécutée. Si l'événement devait également déclencher un trigger `AFTER`, il ne sera bien sûr pas non plus exécuté.
- Si un trigger `AFTER` génère une erreur, la requête ayant déclenché le trigger échouera.
- Dans le cas d'une table transactionnelle, si une erreur est déclenchée, un `ROLLBACK` sera fait. Dans le cas d'une table non-transactionnelle, tous les changements qui auraient été faits par le (ou les) trigger(s) avant le déclenchement de l'erreur persisteront.

Suppression des triggers

Encore une fois, la commande `DROP` permet de supprimer un trigger.

```
DROP TRIGGER nom_trigger;
```

Tout comme pour les procédures stockées, il n'est pas possible de modifier un trigger. Il faut le supprimer puis le recréer différemment.
Par ailleurs, si l'on supprime une table, on supprime également tous les triggers qui y sont attachés.

Exemples

Contraintes et vérification des données

Vérification du sexe des animaux

Dans notre table *Animal* se trouve la colonne *sexe*. Cette colonne accepte tout caractère, ou `NULL`. Or, seuls les caractères "M" et "F" ont du sens. Nous allons donc créer deux triggers, un pour l'insertion, l'autre pour la modification, qui vont empêcher qu'on donne un autre caractère que "M" ou "F" pour *sexe*.
Ces deux triggers devront se déclencher avant l'insertion et la modification. On aura donc :

```
-- Trigger déclenché par l'insertion
DELIMITER |
CREATE TRIGGER before_insert_animal BEFORE INSERT
ON Animal FOR EACH ROW
BEGIN
    -- Instructions
```

```
END |

-- Trigger déclenché par la modification
CREATE TRIGGER before_update_animal BEFORE UPDATE
ON Animal FOR EACH ROW
BEGIN
    -- Instructions
END |
DELIMITER ;
```

Il ne reste plus qu'à écrire le code du trigger, qui sera similaire pour les deux triggers. Et comme ce corps contiendra des instructions, il ne faut pas oublier de changer le délimiteur.
Le corps consistera en une simple structure conditionnelle, et définira un comportement à adopter si le sexe donné ne vaut ni "M", ni "F", ni `NULL`.

Quel comportement adopter en cas de valeur erronée ?

Deux possibilités :

- on modifie la valeur du sexe, en le mettant à `NULL` par exemple ;
- on provoque une erreur, ce qui empêchera l'insertion/la modification.

Commençons par le plus simple : mettre le sexe à `NULL`.

```
DELIMITER |
CREATE TRIGGER before_update_animal BEFORE UPDATE
ON Animal FOR EACH ROW
BEGIN
    IF NEW.sexe IS NOT NULL    -- le sexe n'est ni NULL
    AND NEW.sexe != 'M'        -- ni "M"
    AND NEW.sexe != 'F'        -- ni "F"
      THEN
        SET NEW.sexe = NULL;
    END IF;
END |
DELIMITER ;
```

Test :

```
UPDATE Animal
SET sexe = 'A'
WHERE id = 20;  -- l'animal 20 est Balou, un mâle
```

```sql
SELECT id, sexe, date_naissance, nom
FROM Animal
WHERE id = 20;
```

id	sexe	date_naissance	nom
20	NULL	2007-04-24 12:45:0	Balou

Le sexe est bien `NULL`, le trigger a fonctionné.
Pour le second trigger, déclenché par l'insertion de lignes, on va implémenter le second comportement : on va déclencher une erreur, ce qui empêchera l'insertion, et affichera l'erreur.

Mais comment déclencher une erreur ?

Contrairement à certains SGBD, MySQL ne dispose pas d'une commande permettant de déclencher une erreur personnalisée. La seule solution est donc de faire une requête dont on sait qu'elle va générer une erreur.
Exemple :

```sql
SELECT 1, 2 INTO @a;
```

```
ERROR 1222 (21000): The used SELECT statements have a different number of
columns
```

Cependant, il serait quand même intéressant d'avoir un message d'erreur qui soit un peu explicite. Voici une manière d'obtenir un tel message : on crée une table *Erreur*, ayant deux colonnes, *id* et *erreur*. La colonne *id* est clé primaire, et *erreur* contient un texte court décrivant l'erreur. Un index `UNIQUE` est ajouté sur cette dernière colonne. On insère ensuite une ligne correspondant à l'erreur qu'on veut utiliser dans le trigger.
Ensuite dans le corps du trigger, en cas de valeur erronée, on refait la même insertion. Cela déclenche une erreur de contrainte d'unicité, laquelle affiche le texte qu'on a essayé d'insérer dans *Erreur*.

```sql
-- Création de la table Erreur
CREATE TABLE Erreur (
    id TINYINT UNSIGNED AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    erreur VARCHAR(255) UNIQUE);
```

```
-- Insertion de l'erreur qui nous intéresse
INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : sexe doit valoir "M", "F" ou
NULL.');

-- Création du trigger
DELIMITER |
CREATE TRIGGER before_insert_animal BEFORE INSERT
ON Animal FOR EACH ROW
BEGIN
    IF NEW.sexe IS NOT NULL    -- le sexe n'est ni NULL
    AND NEW.sexe != 'M'        -- ni "M"
    AND NEW.sexe != 'F'        -- ni "F"
      THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : sexe doit valoir "M", "F"
ou NULL.');
    END IF;
END |
DELIMITER ;
```

Test :

```
INSERT INTO Animal (nom, sexe, date_naissance, espece_id)
VALUES ('Babar', 'A', '2011-08-04 12:34', 3);
```

```
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry 'Erreur : sexe doit valoir "M", "F" ou
NULL.' for key 'erreur'
```

Et voilà, ce n'est pas parfait, mais au moins le message d'erreur permet de cerner d'où vient le problème. Et Babar n'a pas été inséré.

Vérification du booléen dans *Adoption*

Il est important de savoir si un client a payé ou non pour les animaux qu'il veut adopter. Il faut donc vérifier la valeur de ce qu'on insère dans la colonne *paye*, et refuser toute insertion/modification donnant une valeur différente de `TRUE` (1) ou `FALSE` (0).
Les deux triggers à créer sont très similaires à ce que l'on a fait pour la colonne *sexe* d'*Animal*. Essayez donc de construire les requêtes vous-mêmes.

```
INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : paye doit valoir TRUE (1) ou
FALSE (0).');

DELIMITER |
CREATE TRIGGER before_insert_adoption BEFORE INSERT
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
```

```
    IF NEW.paye != TRUE        -- ni TRUE
    AND NEW.paye != FALSE      -- ni FALSE
      THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : paye doit valoir TRUE (1)
ou FALSE (0).');
    END IF;
END |

CREATE TRIGGER before_update_adoption BEFORE UPDATE
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    IF NEW.paye != TRUE        -- ni TRUE
    AND NEW.paye != FALSE      -- ni FALSE
      THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : paye doit valoir TRUE (1)
ou FALSE (0).');
    END IF;
END |
DELIMITER ;
```

Test :

```
UPDATE Adoption
SET paye = 3
WHERE client_id = 9;
```

```
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry 'Erreur : paye doit valoir TRUE (1) ou
FALSE (0)' for key 'erreur'
```

Vérification de la date d'adoption

Il reste une petite chose à vérifier, et ce sera tout pour les vérifications de données : la date d'adoption !
En effet, celle-ci doit être postérieure ou égale à la date de réservation. Un client ne peut pas emporter chez lui un animal avant même d'avoir prévenu qu'il voulait l'adopter.
À nouveau, essayez de faire le trigger vous-mêmes. Pour rappel, il ne peut exister qu'un seul trigger `BEFORE UPDATE` et un seul `BEFORE INSERT` pour chaque table.

```
INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : date_adoption doit être >= à
date_reservation.');

DELIMITER |
DROP TRIGGER before_insert_adoption|
CREATE TRIGGER before_insert_adoption BEFORE INSERT
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    IF NEW.paye != TRUE
  -- On remet la vérification sur paye
    AND NEW.paye != FALSE
```

```
      THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : paye doit valoir TRUE (1)
ou FALSE (0).');

    ELSEIF NEW.date_adoption < NEW.date_reservation THEN
  -- Adoption avant réservation
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : date_adoption doit être
>= à date_reservation.');
    END IF;
END |

DROP TRIGGER before_update_adoption|
CREATE TRIGGER before_update_adoption BEFORE UPDATE
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    IF NEW.paye != TRUE
  -- On remet la vérification sur paye
    AND NEW.paye != FALSE
      THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : paye doit valoir TRUE (1)
ou FALSE (0).');

    ELSEIF NEW.date_adoption < NEW.date_reservation THEN
  -- Adoption avant réservation
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : date_adoption doit être
>= à date_reservation.');
    END IF;
END |
DELIMITER ;
```

On aurait pu faire un second `IF` au lieu d'un `ELSEIF`, mais de toute façon, le trigger ne pourra déclencher qu'une erreur à la fois.
Test :

```
INSERT INTO Adoption (animal_id, client_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye)
VALUES (10, 10, NOW(), NOW() - INTERVAL 2 DAY, 200.00, 0);

INSERT INTO Adoption (animal_id, client_id, date_reservation, date_adoption,
prix, paye)
VALUES (10, 10, NOW(), NOW(), 200.00, 4);
```

```
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry 'Erreur : date_adoption doit être >= à
date_reservation.' for key 'erreur'

ERROR 1062 (23000): Duplicate entry 'Erreur : paye doit valoir TRUE (1) ou
FALSE (0).' for key 'erreur'
```

Les deux vérifications fonctionnent !

Mise à jour d'informations

dépendant d'autres données

Pour l'instant, lorsque l'on a besoin de savoir quels animaux restent disponibles pour l'adoption, il faut faire une requête avec sous-requête.

```
SELECT id, nom, sexe, date_naissance, commentaires
FROM Animal
WHERE NOT EXISTS (
    SELECT *
    FROM Adoption
    WHERE Animal.id = Adoption.animal_id
);
```

Mais une telle requête n'est pas particulièrement performante, et elle est relativement peu facile à lire. Les triggers peuvent nous permettre de stocker automatiquement une donnée permettant de savoir immédiatement si un animal est disponible ou non.
Pour cela, il suffit d'ajouter une colonne *disponible* à la table *Animal*, qui vaudra `FALSE` ou `TRUE`, et qui sera mise à jour grâce à trois triggers sur la table *Adoption*.

- À l'insertion d'une nouvelle adoption, il faut retirer l'animal adopté des animaux disponibles ;
- en cas de suppression, il faut faire le contraire ;
- en cas de modification d'une adoption, si l'animal adopté change, il faut remettre l'ancien parmi les animaux disponibles et retirer le nouveau.

```
-- Ajout de la colonne disponible
ALTER TABLE Animal ADD COLUMN disponible BOOLEAN DEFAULT TRUE;
-- À l'insertion, un animal est forcément disponible

-- Remplissage de la colonne
UPDATE Animal
SET disponible = FALSE
WHERE EXISTS (
    SELECT *
    FROM Adoption
    WHERE Animal.id = Adoption.animal_id
);

-- Création des trois triggers
DELIMITER |
CREATE TRIGGER after_insert_adoption AFTER INSERT
```

```
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    UPDATE Animal
    SET disponible = FALSE
    WHERE id = NEW.animal_id;
END |

CREATE TRIGGER after_delete_adoption AFTER DELETE
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    UPDATE Animal
    SET disponible = TRUE
    WHERE id = OLD.animal_id;
END |

CREATE TRIGGER after_update_adoption AFTER UPDATE
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    IF OLD.animal_id <> NEW.animal_id THEN
        UPDATE Animal
        SET disponible = TRUE
        WHERE id = OLD.animal_id;

        UPDATE Animal
        SET disponible = FALSE
        WHERE id = NEW.animal_id;
    END IF;
END |
DELIMITER ;
```

Test :

```
SELECT animal_id, nom, sexe, disponible, client_id
FROM Animal
INNER JOIN Adoption ON Adoption.animal_id = Animal.id
WHERE client_id = 9;
```

animal_id	nom	sexe	disponible	client_id
33	Caribou	M	0	9
54	Bubulle	M	0	9
55	Relou	M	0	9

```
DELETE FROM Adoption
-- 54 doit redevenir disponible
WHERE animal_id = 54;

UPDATE Adoption
SET animal_id = 38, prix = 985.00
-- 38 doit devenir indisponible
WHERE animal_id = 33;
-- et 33 redevenir disponible

INSERT INTO Adoption (client_id, animal_id, date_reservation, prix, paye)
VALUES (9, 59, NOW(), 700.00, FALSE);
-- 59 doit devenir indisponible

SELECT Animal.id AS animal_id, nom, sexe, disponible, client_id
FROM Animal
```

```
LEFT JOIN Adoption ON Animal.id = Adoption.animal_id
WHERE Animal.id IN (33, 54, 55, 38, 59);
```

animal_id	nom	sexe	disponible	client_id
33	Caribou	M	1	NULL
38	Boule	F	0	9
54	Bubulle	M	1	NULL
55	Bolou	M	0	9
59	Bavard	M	0	9

Désormais, pour savoir quels animaux sont disponibles, il suffira de faire la requête suivante :

```
SELECT *
FROM Animal
WHERE disponible = TRUE;

-- Ou même

SELECT *
FROM Animal
WHERE disponible;
```

Historisation

Voici deux exemples de systèmes d'historisation :

- l'un très basique, gardant simplement trace de l'insertion (date et utilisateur) et de la dernière modification (date et utilisateur), et se faisant directement dans la table concernée ;
- l'autre plus complet, qui garde une copie de chaque version antérieure des lignes dans une table dédiée, ainsi qu'une copie de la dernière version en cas de suppression.

Historisation basique

On va utiliser cette historisation pour la table *Race*. Libre à vous d'adapter ou de créer les triggers d'autres tables pour les historiser également de cette manière.
On ajoute donc quatre colonnes à la table. Ces colonnes seront toujours remplies automatiquement par les triggers.

```sql
-- On modifie la table Race
ALTER TABLE Race ADD COLUMN date_insertion DATETIME,                  -- date
d'insertion
                 ADD COLUMN utilisateur_insertion VARCHAR(20),        --
utilisateur ayant inséré la ligne
                 ADD COLUMN date_modification DATETIME,               -- date de
dernière modification
                 ADD COLUMN utilisateur_modification VARCHAR(20);     --
utilisateur ayant fait la dernière modification

-- On remplit les colonnes
UPDATE Race
SET date_insertion = NOW() - INTERVAL 1 DAY,
    utilisateur_insertion = 'Test',
    date_modification = NOW()- INTERVAL 1 DAY,
    utilisateur_modification = 'Test';
```

J'ai mis artificiellement les dates d'insertion et de dernière modification à la veille d'aujourd'hui, et les utilisateurs pour l'insertion et la modification à "Test", afin d'avoir des données intéressantes lors des tests. Idéalement, ce type d'historisation doit bien sûr être mis en place dès la création de la table.
Occupons-nous maintenant des triggers. Il en faut sur l'insertion et sur la modification.

```sql
DELIMITER |
CREATE TRIGGER before_insert_race BEFORE INSERT
ON Race FOR EACH ROW
BEGIN
    SET NEW.date_insertion = NOW();
    SET NEW.utilisateur_insertion = CURRENT_USER();
    SET NEW.date_modification = NOW();
    SET NEW.utilisateur_modification = CURRENT_USER();
END |

CREATE TRIGGER before_update_race BEFORE UPDATE
ON Race FOR EACH ROW
BEGIN
    SET NEW.date_modification = NOW();
    SET NEW.utilisateur_modification = CURRENT_USER();
END |
DELIMITER ;
```

Les triggers sont très simples : ils mettent simplement à jour les colonnes d'historisation nécessaires ; ils doivent donc nécessairement être `BEFORE`.
Test :

```sql
INSERT INTO Race (nom, description, espece_id, prix)
VALUES ('Yorkshire terrier', 'Chien de petite taille au pelage long et soyeux
de couleur bleu et feu.', 1, 700.00);
```

```
UPDATE Race
SET prix = 630.00
WHERE nom = 'Rottweiller' AND espece_id = 1;

SELECT nom, DATE(date_insertion) AS date_ins, utilisateur_insertion AS
utilisateur_ins, DATE(date_modification) AS date_mod, utilisateur_modification
AS utilisateur_mod
FROM Race
WHERE espece_id = 1;
```

nom	date_ins	utilisateur_ins	date_mod	utilisateur_mod
Berger allemand	2012-05-02	Test	2012-05-02	Test
Berger blanc suisse	2012-05-02	Test	2012-05-02	Test
Rottweiller	2012-05-02	Test	2012-05-03	sdz@localhost
Yorkshire terrier	2012-05-03	sdz@localhost	2012-05-03	sdz@localhost

Historisation complète

Nous allons mettre en place un système d'historisation complet pour la table *Animal*. Celle-ci ne change pas et contiendra la dernière version des données. Par contre, on va ajouter une table *Animal_histo*, qui contiendra les versions antérieures (quand il y en a) des données d'*Animal*.

```
CREATE TABLE Animal_histo (
  id SMALLINT(6) UNSIGNED NOT NULL,                  -- Colonnes historisées
  sexe CHAR(1),
  date_naissance DATETIME NOT NULL,
  nom VARCHAR(30),
  commentaires TEXT,
  espece_id SMALLINT(6) UNSIGNED NOT NULL,
  race_id SMALLINT(6) UNSIGNED DEFAULT NULL,
  mere_id SMALLINT(6) UNSIGNED DEFAULT NULL,
  pere_id SMALLINT(6) UNSIGNED DEFAULT NULL,
  disponible BOOLEAN DEFAULT TRUE,

  date_histo DATETIME NOT NULL,                      -- Colonnes techniques
  utilisateur_histo VARCHAR(20) NOT NULL,
  evenement_histo CHAR(6) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (id, date_histo)
) ENGINE=InnoDB;
```

Les colonnes *date_histo* et *utilisateur_histo* contiendront bien sûr la date à laquelle la ligne a été historisée, et l'utilisateur qui a provoqué cette historisation. Quant à la colonne *evenement_histo*, elle contiendra l'événement qui a déclenché le trigger (soit "DELETE", soit "UPDATE"). La clé primaire de cette table est le couple (*id*, *date_histo*).
Voici les triggers nécessaires. Cette fois, ils pourraient être soit

`BEFORE`, soit `AFTER`. Cependant, aucun traitement ne concerne les nouvelles valeurs de la ligne modifiée (ni, a fortiori, de la ligne supprimée). Par conséquent, autant utiliser `AFTER`, cela évitera d'exécuter les instructions du trigger en cas d'erreur lors de la requête déclenchant celui-ci.

```
DELIMITER |
CREATE TRIGGER after_update_animal AFTER UPDATE
ON Animal FOR EACH ROW
BEGIN
    INSERT INTO Animal_histo (
        id,
        sexe,
        date_naissance,
        nom,
        commentaires,
        espece_id,
        race_id,
        mere_id,
        pere_id,
        disponible,

        date_histo,
        utilisateur_histo,
        evenement_histo)
    VALUES (
        OLD.id,
        OLD.sexe,
        OLD.date_naissance,
        OLD.nom,
        OLD.commentaires,
        OLD.espece_id,
        OLD.race_id,
        OLD.mere_id,
        OLD.pere_id,
        OLD.disponible,

        NOW(),
        CURRENT_USER(),
        'UPDATE');
END |

CREATE TRIGGER after_delete_animal AFTER DELETE
ON Animal FOR EACH ROW
BEGIN
    INSERT INTO Animal_histo (
        id,
        sexe,
        date_naissance,
        nom,
        commentaires,
        espece_id,
        race_id,
        mere_id,
        pere_id,
        disponible,

        date_histo,
        utilisateur_histo,
```

```
        evenement_histo)
    VALUES (
        OLD.id,
        OLD.sexe,
        OLD.date_naissance,
        OLD.nom,
        OLD.commentaires,
        OLD.espece_id,
        OLD.race_id,
        OLD.mere_id,
        OLD.pere_id,
        OLD.disponible,

        NOW(),
        CURRENT_USER(),
        'DELETE');
END |
DELIMITER ;
```

Cette fois, ce sont les valeurs avant modification/suppression qui nous intéressent, d'où l'utilisation de `OLD`.
Test :

```
UPDATE Animal
SET commentaires = 'Petit pour son âge'
WHERE id = 10;

DELETE FROM Animal
WHERE id = 47;

SELECT id, sexe, date_naissance, nom, commentaires, espece_id
FROM Animal
WHERE id IN (10, 47);

SELECT id, nom, date_histo, utilisateur_histo, evenement_histo
FROM Animal_histo;
```

id	sexe	date_naissance	nom	commentaires	espece_id
10	M	2010-07-21 15:41:00	Bobo	Petit pour son âge	1

id	nom	date_histo	utilisateur_histo	evenement_histo
10	Bobo	2012-05-03 21:51:12	sdz@localhost	UPDATE
47	Scroupy	2012-05-03 21:51:12	sdz@localhost	DELETE

Quelques remarques sur l'historisation

Les deux systèmes d'historisation montrés dans ce cours ne sont que deux possibilités parmi des dizaines. Si vous pensez avoir besoin

d'un système de ce type, prenez le temps de réfléchir, et de vous renseigner sur les diverses possibilités qui s'offrent à vous.
Dans certains systèmes, on combine les deux historisations que j'ai présentées.
Parfois, on ne conserve pas les lignes supprimées dans la table d'historisation, mais on utilise plutôt un système d'archive, séparé de l'historisation.
Au-delà du modèle d'historisation que vous choisirez, les détails sont également modifiables. Voulez-vous garder toutes les versions des données, ou les garder seulement pour une certaine période de temps ? Voulez-vous enregistrer l'utilisateur SQL ou plutôt des utilisateurs créés pour votre application, découplés des utilisateurs SQL ?
Ne restez pas bloqués sur les exemples montrés dans ce cours (que ce soit pour l'historisation ou le reste), le monde est vaste !

Restrictions

Les restrictions sur les triggers sont malheureusement trop importantes pour qu'on puisse se permettre de ne pas les mentionner. On peut espérer qu'une partie de ces restrictions soit levée dans une prochaine version de MySQL, mais en attendant, il est nécessaire d'avoir celles-ci en tête.
Voici donc les principales.

Commandes interdites

Il est impossible de travailler avec des transactions à l'intérieur d'un trigger.
Cette restriction est nécessaire, puisque la requête ayant provoqué l'exécution du trigger pourrait très bien se trouver elle-même à l'intérieur d'une transaction. Auquel cas, toute commande `START TRANSACTION`, `COMMIT` ou `ROLLBACK` interagirait avec cette transaction, de manière intempestive.
Les requêtes préparées ne peuvent pas non plus être utilisées.
Enfin, on ne peut pas appeler n'importe quelle procédure à partir d'un trigger.

- Les procédures appelées par un trigger **ne peuvent pas envoyer d'informations au client MySQL**. Par exemple, elles ne peuvent pas exécuter un simple `SELECT`, qui produit un affichage dans le client (un `SELECT...INTO` par contre est permis). Elles peuvent toutefois renvoyer des informations au trigger grâce à des paramètres `OUT` ou `INOUT`.
- Les procédures appelées ne peuvent utiliser ni les transactions (`START TRANSACTION`, `COMMIT` ou `ROLLBACK`) ni les requêtes préparées. C'est-à-dire qu'**elles doivent respecter les restrictions des triggers**.

Tables utilisées par la requête

Comme mentionné auparavant, il est **impossible de modifier les données d'une table utilisée par la requête ayant déclenché le trigger** à l'intérieur de celui-ci.
Cette restriction est importante, et peut remettre en question l'utilisation de certains triggers.
Exemple : le trigger `AFTER INSERT ON Adoption` modifie les données de la table *Animal*. Si l'on exécute la requête suivante, cela posera problème.

```
INSERT INTO Adoption (animal_id, client_id, date_reservation, prix, paye)
SELECT Animal.id, 4, NOW(), COALESCE(Race.prix, Espece.prix), FALSE
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
LEFT JOIN Race ON Race.id = Animal.race_id
WHERE Animal.nom = 'Boucan' AND Animal.espece_id = 2;
```

```
ERROR 1442 (HY000): Can't update table 'animal' in stored function/trigger
because it is already used by statement which invoked this stored function/
trigger.
```

Le trigger échoue puisque la table *Animal* est utilisée par la requête `INSERT` qui le déclenche. L'insertion elle-même est donc finalement annulée.

Clés étrangères

Une suppression ou modification de données déclenchée par une clé étrangère ne provoquera pas l'exécution du trigger correspondant.

Par exemple, la colonne *Animal.race_id* possède une clé étrangère, qui référence la colonne *Race.id*. Cette clé étrangère a été définie avec l'option `ON DELETE SET NULL`. Donc en cas de suppression d'une race, tous les animaux de cette race seront modifiés, et leur *race_id* changée en `NULL`. Il s'agit donc d'une modification de données. Mais comme cette modification a été déclenchée par une contrainte de clé étrangère, les éventuels triggers `BEFORE UPDATE` et `AFTER UPDATE` de la table *Animal* ne seront pas déclenchés.
En cas d'utilisation de triggers sur des tables présentant des clés étrangères avec ces options, il vaut donc mieux supprimer celles-ci et déplacer ce comportement dans des triggers.
Une autre solution est de ne pas utiliser les triggers sur les tables concernées. Vous pouvez alors remplacer les triggers par l'utilisation de procédures stockées et/ou de transactions.

Qu'avons-nous comme clés étrangères dans nos tables ?

- *Race* : `CONSTRAINT fk_race_espece_id FOREIGN KEY (espece_id) REFERENCES Espece (id) ON DELETE CASCADE;`
- *Animal* : `CONSTRAINT fk_race_id FOREIGN KEY (race_id) REFERENCES Race (id) ON DELETE SET NULL;`
- *Animal* : `CONSTRAINT fk_espece_id FOREIGN KEY (espece_id) REFERENCES Espece (id);`
- *Animal* : `CONSTRAINT fk_mere_id FOREIGN KEY (mere_id) REFERENCES Animal (id) ON DELETE SET NULL;`
- *Animal* : `CONSTRAINT fk_pere_id FOREIGN KEY (pere_id) REFERENCES Animal (id) ON DELETE SET NULL;`

Quatre d'entre elles pourraient donc poser problème. Quatre, sur cinq ! Ce n'est donc pas anodin comme restriction !
On va donc modifier nos clés étrangères pour qu'elles reprennent leur comportement par défaut. Il faudra ensuite créer (ou recréer) quelques triggers pour reproduire le comportement que l'on avait défini.
À ceci près que la restriction sur la modification des données d'une table utilisée par l'événement déclencheur fait qu'on ne pourra pas reproduire certains comportements. On ne pourra pas mettre à `NULL` les colonnes *pere_id* et *mere_id* de la table *Animal* en cas de suppression de l'animal de référence.

Voici les commandes :

```
-- On supprime les clés
ALTER TABLE Race DROP FOREIGN KEY fk_race_espece_id;
ALTER TABLE Animal DROP FOREIGN KEY fk_race_id,
                   DROP FOREIGN KEY fk_mere_id,
                   DROP FOREIGN KEY fk_pere_id;

-- On les recrée sans option
ALTER TABLE Race ADD CONSTRAINT fk_race_espece_id FOREIGN KEY (espece_id)
REFERENCES Espece (id);
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_race_id FOREIGN KEY (race_id) REFERENCES
Race (id),
                   ADD CONSTRAINT fk_mere_id FOREIGN KEY (mere_id) REFERENCES
Animal (id),
                   ADD CONSTRAINT fk_pere_id FOREIGN KEY (pere_id) REFERENCES
Animal (id);

-- Trigger sur Race
DELIMITER |
CREATE TRIGGER before_delete_race BEFORE DELETE
ON Race FOR EACH ROW
BEGIN
    UPDATE Animal
    SET race_id = NULL
    WHERE race_id = OLD.id;
END|

-- Trigger sur Espece
CREATE TRIGGER before_delete_espece BEFORE DELETE
ON Espece FOR EACH ROW
BEGIN
    DELETE FROM Race
    WHERE espece_id = OLD.id;
END |
DELIMITER ;
```

En résumé

- Un trigger est un objet **stocké dans la base de données**, à la manière d'une table ou d'une procédure stockée. La seule différence est qu'un trigger est **lié à une table**, donc en cas de suppression d'une table, les triggers liés à celle-ci sont supprimés également
- Un trigger **définit une ou plusieurs instructions**, dont l'exécution est **déclenchée par une insertion, une modification ou une suppression** de données dans la table à laquelle le trigger est lié.
- Les instructions du trigger peuvent être exécutées **avant la requête ayant déclenché celui-ci, ou après**. Ce comportement est à définir à la création du trigger.
- Une table ne peut posséder qu'un seul trigger par

combinaison événement/moment (`BEFORE UPDATE`, `AFTER DELETE`,…)

- Les triggers sous MySQL sont soumis à d'importantes (et potentiellement très gênantes) **restrictions**.

Sixième partie

Au-delà des tables classiques : vues, tables temporaires et vues matérialisées

Chapitre 35

Vues

Les vues sont des objets de la base de données, constitués d'**un nom**, et d'une **requête de sélection**.
Une fois qu'une vue est définie, on peut l'utiliser comme on le ferait avec une table ; table qui serait constituée des données sélectionnées par la requête définissant la vue.
Nous verrons dans ce chapitre :

- comment créer, modifier, supprimer une vue ;
- à quoi peut servir une vue ;
- deux algorithmes différents pouvant être utilisées par les vues ;
- comment modifier les données à partir d'une vue.

Etat actuel de la base de données

Note : les tables de test et les procédures stockées ne sont pas reprises.

```
SET NAMES utf8;

DROP TABLE IF EXISTS Erreur;
DROP TABLE IF EXISTS Animal_histo;

DROP TABLE IF EXISTS Adoption;
DROP TABLE IF EXISTS Animal;
DROP TABLE IF EXISTS Race;
DROP TABLE IF EXISTS Espece;
DROP TABLE IF EXISTS Client;


CREATE TABLE Client (
  id smallint(5) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  nom varchar(100) NOT NULL,
  prenom varchar(60) NOT NULL,
  adresse varchar(200) DEFAULT NULL,
  code_postal varchar(6) DEFAULT NULL,
  ville varchar(60) DEFAULT NULL,
  pays varchar(60) DEFAULT NULL,
  email varbinary(100) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (id),
  UNIQUE KEY ind_uni_email (email)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=17;

LOCK TABLES Client WRITE;
INSERT INTO Client VALUES (1,'Dupont','Jean','Rue du Centre,
5','45810','Houtsiplou','France','jean.dupont@email.com'),
(2,'Boudur','Marie','Place de la Gare,
2','35840','Troudumonde','France','marie.boudur@email.com'),
(3,'Trachon','Fleur','Rue haute,
54b','3250','Belville','Belgique','fleurtrachon@email.com'),
(4,'Van Piperseel','Julien',NULL,NULL,NULL,NULL,'jeanvp@email.com'),
(5,'Nouvel','Johan',NULL,NULL,NULL,'Suisse','johanetpirlouit@email.com'),
(6,'Germain','Frank',NULL,NULL,NULL,NULL,'francoisgermain@email.com'),
(7,'Antoine','Maximilien','Rue Moineau,
123','4580','Trocoul','Belgique','max.antoine@email.com'),(8,'Di
Paolo','Hector',NULL,NULL,NULL,'Suisse','hectordipao@email.com'),
(9,'Corduro','Anaelle',NULL,NULL,NULL,NULL,'ana.corduro@email.com'),
(10,'Faluche','Eline','Avenue circulaire,
7','45870','Garduche','France','elinefaluche@email.com'),
(11,'Penni','Carine','Boulevard Haussman,
85','1514','Plasse','Suisse','cpenni@email.com'),
(12,'Broussaille','Virginie','Rue du Fleuve,
18','45810','Houtsiplou','France','vibrousaille@email.com'),
(13,'Durant','Hannah','Rue des Pendus,
66','1514','Plasse','Suisse','hhdurant@email.com'),(14,'Delfour','Elodie','Rue
de Flore, 1','3250','Belville','Belgique','e.delfour@email.com'),
(15,'Kestau','Joel',NULL,NULL,NULL,NULL,'joel.kestau@email.com');
UNLOCK TABLES;


CREATE TABLE Espece (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  nom_courant varchar(40) NOT NULL,
  nom_latin varchar(40) NOT NULL,
  description text,
```

```
  prix decimal(7,2) unsigned DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (id),
  UNIQUE KEY nom_latin (nom_latin)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=6;

LOCK TABLES Espece WRITE;
INSERT INTO Espece VALUES (1,'Chien','Canis canis','Bestiole à quatre pattes
qui aime les caresses et tire souvent la langue',200.00),(2,'Chat','Felis
silvestris','Bestiole à quatre pattes qui saute très haut et grimpe aux
arbres',150.00),(3,'Tortue d''Hermann','Testudo hermanni','Bestiole avec une
carapace très dure',140.00),
(4,'Perroquet amazone','Alipiopsitta xanthops','Joli oiseau parleur vert et
jaune',700.00),(5,'Rat brun','Rattus norvegicus','Petite bestiole avec de
longues moustaches et une longue queue sans poils',10.00);
UNLOCK TABLES;


CREATE TABLE Race (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  nom varchar(40) NOT NULL,
  espece_id smallint(6) unsigned NOT NULL,
  description text,
  prix decimal(7,2) unsigned DEFAULT NULL,
  date_insertion datetime DEFAULT NULL,
  utilisateur_insertion varchar(20) DEFAULT NULL,
  date_modification datetime DEFAULT NULL,
  utilisateur_modification varchar(20) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (id)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=11;

LOCK TABLES Race WRITE;
INSERT INTO Race VALUES (1,'Berger allemand',1,'Chien sportif et élégant au
pelage dense, noir-marron-fauve, noir ou gris.',485.00,'2012-05-21
00:53:36','Test','2012-05-21 00:53:36','Test'),(2,'Berger blanc
suisse',1,'Petit chien au corps compact, avec des pattes courtes mais bien
proportionnées et au pelage tricolore ou bicolore.',935.00,'2012-05-21
00:53:36','Test','2012-05-21 00:53:36','Test'),(3,'Singapura',2,'Chat de petite
taille aux grands yeux en amandes.',985.00,'2012-05-21
00:53:36','Test','2012-05-21 00:53:36','Test'),
(4,'Bleu russe',2,'Chat aux yeux verts et à la robe épaisse et
argentée.',835.00,'2012-05-21 00:53:36','Test','2012-05-21 00:53:36','Test'),
(5,'Maine coon',2,'Chat de grande taille, à poils mi-longs.',735.00,'2012-05-21
00:53:36','Test','2012-05-21 00:53:36','Test'),(7,'Sphynx',2,'Chat sans
poils.',1235.00,'2012-05-21 00:53:36','Test','2012-05-21 00:53:36','Test'),
(8,'Nebelung',2,'Chat bleu russe, mais avec des poils
longs...',985.00,'2012-05-21 00:53:36','Test','2012-05-21 00:53:36','Test'),
(9,'Rottweiller',1,'Chien d''apparence solide, bien musclé, à la robe noire
avec des taches feu bien délimitées.',630.00,'2012-05-21
00:53:36','Test','2012-05-22 00:54:13','sdz@localhost'),(10,'Yorkshire
terrier',1,'Chien de petite taille au pelage long et soyeux de couleur bleu et
feu.',700.00,'2012-05-22 00:58:25','sdz@localhost','2012-05-22
00:58:25','sdz@localhost');
UNLOCK TABLES;


CREATE TABLE Animal (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  sexe char(1) DEFAULT NULL,
  date_naissance datetime NOT NULL,
  nom varchar(30) DEFAULT NULL,
  commentaires text,
  espece_id smallint(6) unsigned NOT NULL,
  race_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
```

```
  mere_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  pere_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  disponible tinyint(1) DEFAULT 1,
  PRIMARY KEY (id),
  UNIQUE KEY ind_uni_nom_espece_id (nom,espece_id)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=76;

LOCK TABLES Animal WRITE;
INSERT INTO Animal VALUES (1,'M','2010-04-05 13:43:00','Rox','Mordille
beaucoup',1,1,18,22,1),(2,NULL,'2010-03-24
02:23:00','Roucky',NULL,2,NULL,40,30,1),(3,'F','2010-09-13
15:02:00','Schtroumpfette',NULL,2,4,41,31,0),
(4,'F','2009-08-03 05:12:00',NULL,'Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL,1),(5,NULL,'2010-10-03 16:44:00','Choupi','Né sans
oreille gauche',2,NULL,NULL,NULL,0),(6,'F','2009-06-13
08:17:00','Bobosse','Carapace bizarre',3,NULL,NULL,NULL,1),
(7,'F','2008-12-06 05:18:00','Caroline',NULL,1,2,NULL,NULL,1),
(8,'M','2008-09-11 15:38:00','Bagherra',NULL,2,5,NULL,NULL,0),
(9,NULL,'2010-08-23 05:18:00',NULL,'Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL,1),
(10,'M','2010-07-21 15:41:00','Bobo','Petit pour son âge',1,NULL,7,21,1),
(11,'F','2008-02-20 15:45:00','Canaille',NULL,1,NULL,NULL,NULL,1),
(12,'F','2009-05-26 08:54:00','Cali',NULL,1,2,NULL,NULL,1),
(13,'F','2007-04-24 12:54:00','Rouquine',NULL,1,1,NULL,NULL,1),
(14,'F','2009-05-26 08:56:00','Fila',NULL,1,2,NULL,NULL,1),(15,'F','2008-02-20
15:47:00','Anya',NULL,1,NULL,NULL,NULL,0),
(16,'F','2009-05-26 08:50:00','Louya',NULL,1,NULL,NULL,NULL,0),
(17,'F','2008-03-10 13:45:00','Welva',NULL,1,NULL,NULL,NULL,1),
(18,'F','2007-04-24 12:59:00','Zira',NULL,1,1,NULL,NULL,0),
(19,'F','2009-05-26 09:02:00','Java',NULL,1,2,NULL,NULL,1),(20,NULL,'2007-04-24
12:45:00','Balou',NULL,1,1,NULL,NULL,1),(21,'F','2008-03-10
13:43:00','Pataude',NULL,1,NULL,NULL,NULL,0),
(22,'M','2007-04-24 12:42:00','Bouli',NULL,1,1,NULL,NULL,1),(24,'M','2007-04-12
05:23:00','Cartouche',NULL,1,NULL,NULL,NULL,1),(25,'M','2006-05-14
15:50:00','Zambo',NULL,1,1,NULL,NULL,1),
(26,'M','2006-05-14 15:48:00','Samba',NULL,1,1,NULL,NULL,0),(27,'M','2008-03-10
13:40:00','Moka',NULL,1,NULL,NULL,NULL,0),(28,'M','2006-05-14
15:40:00','Pilou',NULL,1,1,NULL,NULL,1),
(29,'M','2009-05-14 06:30:00','Fiero',NULL,2,3,NULL,NULL,1),(30,'M','2007-03-12
12:05:00','Zonko',NULL,2,5,NULL,NULL,0),(31,'M','2008-02-20
15:45:00','Filou',NULL,2,4,NULL,NULL,1),
(32,'M','2009-07-26 11:52:00','Spoutnik',NULL,3,NULL,52,NULL,0),
(33,'M','2006-05-19 16:17:00','Caribou',NULL,2,4,NULL,NULL,1),
(34,'M','2008-04-20 03:22:00','Capou',NULL,2,5,NULL,NULL,1),
(35,'M','2006-05-19 16:56:00','Raccou','Pas de queue depuis la
naissance',2,4,NULL,NULL,1),(36,'M','2009-05-14
06:42:00','Boucan',NULL,2,3,NULL,NULL,1),(37,'F','2006-05-19
16:06:00','Callune',NULL,2,8,NULL,NULL,1),
(38,'F','2009-05-14 06:45:00','Boule',NULL,2,3,NULL,NULL,0),(39,'F','2008-04-20
03:26:00','Zara',NULL,2,5,NULL,NULL,0),(40,'F','2007-03-12
12:00:00','Milla',NULL,2,5,NULL,NULL,0),
(41,'F','2006-05-19 15:59:00','Feta',NULL,2,4,NULL,NULL,0),(42,'F','2008-04-20
03:20:00','Bilba','Sourde de l''oreille droite à 80%',2,5,NULL,NULL,0),
(43,'F','2007-03-12 11:54:00','Cracotte',NULL,2,5,NULL,NULL,1),
(44,'F','2006-05-19 16:16:00','Cawette',NULL,2,8,NULL,NULL,1),
(45,'F','2007-04-01 18:17:00','Nikki','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL,1),(46,'F','2009-03-24 08:23:00','Tortilla','Bestiole
avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL,1),
(48,'F','2006-03-15 14:56:00','Lulla','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL,1),(49,'F','2008-03-15 12:02:00','Dana','Bestiole avec
une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL,0),(50,'F','2009-05-25
19:57:00','Cheli','Bestiole avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL,1),
(51,'F','2007-04-01 03:54:00','Chicaca','Bestiole avec une carapace très
```

```
dure',3,NULL,NULL,NULL,1),(52,'F','2006-03-15
14:26:00','Redbul','Insomniaque',3,NULL,NULL,NULL,1),(54,'M','2008-03-16
08:20:00','Bubulle','Bestiole avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL,1),
(55,'M','2008-03-15 18:45:00','Relou','Surpoids',3,NULL,NULL,NULL,0),
(56,'M','2009-05-25 18:54:00','Bulbizard','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL,1),(57,'M','2007-03-04 19:36:00','Safran','Coco veut un
gâteau !',4,NULL,NULL,NULL,0),
(58,'M','2008-02-20 02:50:00','Gingko','Coco veut un gâteau
!',4,NULL,NULL,NULL,0),(59,'M','2009-03-26 08:28:00','Bavard','Coco veut un
gâteau !',4,NULL,NULL,NULL,0),(60,'F','2009-03-26 07:55:00','Parlotte','Coco
veut un gâteau !',4,NULL,NULL,NULL,1),
(61,'M','2010-11-09 00:00:00','Yoda',NULL,2,5,NULL,NULL,1),(62,'M','2010-11-05
00:00:00','Pipo',NULL,1,9,NULL,NULL,0),(69,'F','2012-02-13
15:45:00','Baba',NULL,5,NULL,NULL,NULL,0),
(70,'M','2012-02-13 15:48:00','Bibo','Agressif',5,NULL,72,73,1),
(72,'F','2008-02-01 02:25:00','Momy',NULL,5,NULL,NULL,NULL,1),
(73,'M','2007-03-11 12:45:00','Popi',NULL,5,NULL,NULL,NULL,1),
(75,'F','2007-03-12 22:03:00','Mimi',NULL,5,NULL,NULL,NULL,0);
UNLOCK TABLES;


CREATE TABLE Adoption (
  client_id smallint(5) unsigned NOT NULL,
  animal_id smallint(5) unsigned NOT NULL,
  date_reservation date NOT NULL,
  date_adoption date DEFAULT NULL,
  prix decimal(7,2) unsigned NOT NULL,
  paye tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',
  PRIMARY KEY (client_id,animal_id),
  UNIQUE KEY ind_uni_animal_id (animal_id)
) ENGINE=InnoDB;


LOCK TABLES Adoption WRITE;
INSERT INTO Adoption VALUES (1,8,'2012-05-21',NULL,735.00,1),
(1,39,'2008-08-17','2008-08-17',735.00,1),
(1,40,'2008-08-17','2008-08-17',735.00,1),
(2,3,'2011-03-12','2011-03-12',835.00,1),
(2,18,'2008-06-04','2008-06-04',485.00,1),
(3,27,'2009-11-17','2009-11-17',200.00,1),
(4,26,'2007-02-21','2007-02-21',485.00,1),
(4,41,'2007-02-21','2007-02-21',835.00,1),
(5,21,'2009-03-08','2009-03-08',200.00,1),
(6,16,'2010-01-27','2010-01-27',200.00,1),
(7,5,'2011-04-05','2011-04-05',150.00,1),
(8,42,'2008-08-16','2008-08-16',735.00,1),
(9,38,'2007-02-11','2007-02-11',985.00,1),
(9,55,'2011-02-13','2011-02-13',140.00,1),(9,59,'2012-05-22',NULL,700.00,0),
(10,49,'2010-08-17','2010-08-17',140.00,0),
(11,32,'2008-08-17','2010-03-09',140.00,1),
(11,62,'2011-03-01','2011-03-01',630.00,0),
(12,15,'2012-05-22',NULL,200.00,1),(12,69,'2007-09-20','2007-09-20',10.00,1),
(12,75,'2012-05-21',NULL,10.00,0),
(13,57,'2012-01-10','2012-01-10',700.00,1),
(14,58,'2012-02-25','2012-02-25',700.00,1),
(15,30,'2008-08-17','2008-08-17',735.00,1);
UNLOCK TABLES;

ALTER TABLE Race ADD CONSTRAINT fk_race_espece_id FOREIGN KEY (espece_id)
REFERENCES Espece (id);

ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_race_id FOREIGN KEY (race_id) REFERENCES
Race (id);
```

```
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_mere_id FOREIGN KEY (mere_id) REFERENCES
Animal (id);
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_pere_id FOREIGN KEY (pere_id) REFERENCES
Animal (id);
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_espece_id FOREIGN KEY (espece_id)
REFERENCES Espece (id);

ALTER TABLE Adoption ADD CONSTRAINT fk_client_id FOREIGN KEY (client_id)
REFERENCES Client (id);
ALTER TABLE Adoption ADD CONSTRAINT fk_adoption_animal_id FOREIGN KEY
(animal_id) REFERENCES Animal (id);


CREATE TABLE Animal_histo (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL,
  sexe char(1) DEFAULT NULL,
  date_naissance datetime NOT NULL,
  nom varchar(30) DEFAULT NULL,
  commentaires text,
  espece_id smallint(6) unsigned NOT NULL,
  race_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  mere_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  pere_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  disponible tinyint(1) DEFAULT 1,
  date_histo datetime NOT NULL,
  utilisateur_histo varchar(20) NOT NULL,
  evenement_histo char(6) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (id,date_histo)
) ENGINE=InnoDB;

LOCK TABLES Animal_histo WRITE;
INSERT INTO Animal_histo VALUES (10,'M','2010-07-21
15:41:00','Bobo',NULL,1,NULL,7,21,1,'2012-05-22
01:00:34','sdz@localhost','UPDATE'),(47,'F','2009-03-26
01:24:00','Scroupy','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL,1,'2012-05-22 01:00:34','sdz@localhost','DELETE');
UNLOCK TABLES;


CREATE TABLE Erreur (
  id tinyint(3) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  erreur varchar(255) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (id),
  UNIQUE KEY erreur (erreur)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=8;

LOCK TABLES Erreur WRITE;
INSERT INTO Erreur VALUES (5,'Erreur : date_adoption doit être >= à
date_reservation.'),(3,'Erreur : paye doit valoir TRUE (1) ou FALSE (0).'),
(1,'Erreur : sexe doit valoir \"M\", \"F\" ou NULL.');
UNLOCK TABLES;

-- -------- --
-- TRIGGERS --
-- -------- --
DELIMITER |
CREATE TRIGGER before_insert_adoption BEFORE INSERT
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    IF NEW.paye != TRUE
    AND NEW.paye != FALSE
      THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : paye doit valoir TRUE (1)
```

```
ou FALSE (0).');

    ELSEIF NEW.date_adoption < NEW.date_reservation THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : date_adoption doit être
>= à date_reservation.');
    END IF;
END |

CREATE TRIGGER after_insert_adoption AFTER INSERT
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    UPDATE Animal
    SET disponible = FALSE
    WHERE id = NEW.animal_id;
END |

CREATE TRIGGER before_update_adoption BEFORE UPDATE
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    IF NEW.paye != TRUE
    AND NEW.paye != FALSE
      THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : paye doit valoir TRUE (1)
ou FALSE (0).');

    ELSEIF NEW.date_adoption < NEW.date_reservation THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : date_adoption doit être
>= à date_reservation.');
    END IF;
END |

CREATE TRIGGER after_update_adoption AFTER UPDATE
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    IF OLD.animal_id <> NEW.animal_id THEN
        UPDATE Animal
        SET disponible = TRUE
        WHERE id = OLD.animal_id;

        UPDATE Animal
        SET disponible = FALSE
        WHERE id = NEW.animal_id;
    END IF;
END |

CREATE TRIGGER after_delete_adoption AFTER DELETE
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    UPDATE Animal
    SET disponible = TRUE
    WHERE id = OLD.animal_id;
END |

CREATE TRIGGER before_insert_animal BEFORE INSERT
ON Animal FOR EACH ROW
BEGIN
    IF NEW.sexe IS NOT NULL
    AND NEW.sexe != 'M'
    AND NEW.sexe != 'F'
      THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : sexe doit valoir "M", "F"
ou NULL.');
    END IF;
```

```
END |

CREATE TRIGGER before_update_animal BEFORE UPDATE
ON Animal FOR EACH ROW
BEGIN
    IF NEW.sexe IS NOT NULL
    AND NEW.sexe != 'M'
    AND NEW.sexe != 'F'
      THEN
        SET NEW.sexe = NULL;
    END IF;
END |

CREATE TRIGGER after_update_animal AFTER UPDATE
ON Animal FOR EACH ROW
BEGIN
    INSERT INTO Animal_histo (
        id, sexe, date_naissance, nom, commentaires, espece_id, race_id,
        mere_id, pere_id, disponible, date_histo, utilisateur_histo,
evenement_histo)
    VALUES (
        OLD.id, OLD.sexe, OLD.date_naissance, OLD.nom, OLD.commentaires,
OLD.espece_id, OLD.race_id,
        OLD.mere_id, OLD.pere_id, OLD.disponible, NOW(), CURRENT_USER(),
'UPDATE');
END |

CREATE TRIGGER after_delete_animal AFTER DELETE
ON Animal FOR EACH ROW
BEGIN
    INSERT INTO Animal_histo (
        id, sexe, date_naissance, nom, commentaires, espece_id, race_id,
        mere_id,  pere_id, disponible, date_histo, utilisateur_histo,
evenement_histo)
    VALUES (
        OLD.id, OLD.sexe, OLD.date_naissance, OLD.nom, OLD.commentaires,
OLD.espece_id, OLD.race_id,
        OLD.mere_id, OLD.pere_id, OLD.disponible, NOW(), CURRENT_USER(),
'DELETE');
END |

CREATE TRIGGER before_delete_espece BEFORE DELETE
ON Espece FOR EACH ROW
BEGIN
    DELETE FROM Race
    WHERE espece_id = OLD.id;
END |

CREATE TRIGGER before_insert_race BEFORE INSERT
ON Race FOR EACH ROW
BEGIN
    SET NEW.date_insertion = NOW();
    SET NEW.utilisateur_insertion = CURRENT_USER();
    SET NEW.date_modification = NOW();
    SET NEW.utilisateur_modification = CURRENT_USER();
END |

CREATE TRIGGER before_update_race BEFORE UPDATE
ON Race FOR EACH ROW
BEGIN
    SET NEW.date_modification = NOW();
    SET NEW.utilisateur_modification = CURRENT_USER();
END |
```

```
CREATE TRIGGER before_delete_race BEFORE DELETE
ON Race FOR EACH ROW
BEGIN
    UPDATE Animal
    SET race_id = NULL
    WHERE race_id = OLD.id;
END |
DELIMITER ;
```

Création d'une vue

Le principe

Pour notre élevage, la requête suivante est très utile.

```
SELECT Animal.id, Animal.sexe, Animal.date_naissance, Animal.nom,
Animal.commentaires,
       Animal.espece_id, Animal.race_id, Animal.mere_id, Animal.pere_id,
Animal.disponible,
       Espece.nom_courant AS espece_nom, Race.nom AS race_nom
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
LEFT JOIN Race ON Animal.race_id = Race.id;
```

Avec ou sans clause `WHERE`, il arrive régulièrement qu'on veuille trouver des renseignements sur nos animaux, y compris leur race et leur espèce (et, seul, l'*id* contenu dans *Animal* n'est pas une information très explicite). Il serait donc bien pratique de pouvoir stocker cette requête plutôt que de devoir la retaper en entier à chaque fois.
C'est très exactement le principe d'une vue : **on stocke une requête `SELECT` en lui donnant un nom**, et on peut ensuite appeler directement la vue par son nom.
Quelques remarques importantes :

- Il s'agit bien d'objets de la base de données, **stockés de manière durable**, comme le sont les tables ou les procédures stockées.

- C'est donc bien différent des requêtes préparées, qui ne sont définies que le temps d'une session, et qui ont un tout autre but.
- Ce qui est stocké est la **requête**, et non pas les résultats de celle-ci. **On ne gagne absolument rien en terme de performance** en utilisant une vue plutôt qu'en faisant une requête directement sur les tables.

Création

Pour créer une vue, on utilise tout simplement la commande `CREATE VIEW`, dont voici la syntaxe :

```
CREATE [OR REPLACE] VIEW nom_vue
AS requete_select;
```

La clause `OR REPLACE` est facultative. Si elle est fournie, la vue *nom_vue* sera soit créée si elle n'existe pas, soit remplacée si elle existait déjà. Si `OR REPLACE` est omise et qu'une vue portant le même nom a été précédemment définie, cela déclenchera une erreur. Donc, si l'on reprend la requête précédente, voici comment créer une vue pour stocker celle-ci :

```
CREATE VIEW V_Animal_details
AS SELECT Animal.id, Animal.sexe, Animal.date_naissance, Animal.nom,
Animal.commentaires,
       Animal.espece_id, Animal.race_id, Animal.mere_id, Animal.pere_id,
Animal.disponible,
       Espece.nom_courant AS espece_nom, Race.nom AS race_nom
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
LEFT JOIN Race ON Animal.race_id = Race.id;
```

Dorénavant, plus besoin de retaper cette requête, il suffit de travailler à partir de la vue, comme s'il s'agissait d'une table :

```
SELECT * FROM V_Animal_details;
```

J'ai préfixé le nom de la vue par "V_". Il s'agit d'une

convention que je vous conseille fortement de respecter. Cela permet de savoir au premier coup d'œil si l'on travaille avec une vraie table, ou avec une vue.

D'ailleurs, si l'on demande la liste des tables de la base de données, on peut voir que la vue est reprise (bien qu'il ne s'agit pas d'une table, mais d'une requête `SELECT` stockée, j'insiste).

```
SHOW TABLES;
```

Tables_in_elevage
Adoption
Animal
Animal_histo
Client
Erreur
Espece
Race
V_Animal_details

Les colonnes de la vue

Comme pour les tables, on peut utiliser la commande `DESCRIBE` pour voir les différentes colonnes de notre vue.

```
DESCRIBE V_Animal_details;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id	smallint(6) unsigned	NO		0	
sexe	char(1)	YES		NULL	
date_naissance	datetime	NO		NULL	
nom	varchar(30)	YES		NULL	
commentaires	text	YES		NULL	
espece_id	smallint(6) unsigned	NO		NULL	
race_id	smallint(6) unsigned	YES		NULL	

mere_id	smallint(6) unsigned	YES		NULL
pere_id	smallint(6) unsigned	YES		NULL
disponible	tinyint(1)	YES		1
espece_nom	varchar(40)	NO		NULL
race_nom	varchar(40)	YES		NULL

Comme on pouvait s'y attendre, les noms de colonnes ont été déterminés par la clause `SELECT` de la requête définissant la vue. S'il n'y avait pas d'alias pour la colonne, c'est simplement le même nom que dans la table d'origine (*date_naissance* par exemple), et si un alias a été donné, il est utilisé (*espece_nom* par exemple).

Lister les colonnes dans `CREATE VIEW`

Il existe une autre possibilité que les alias dans la clause `SELECT` pour nommer les colonnes d'une vue. Il suffit de lister les colonnes juste après le nom de la vue, lors de la création de celle-ci. La commande suivante est l'équivalent de la précédente pour la création de *V_Animal_details*, mais cette fois sans alias dans la requête `SELECT`.

```
CREATE VIEW V_Animal_details  (id, sexe, date_naissance, nom, commentaires,
espece_id, race_id, mere_id, pere_id, disponible, espece_nom, race_nom)
AS SELECT Animal.id, Animal.sexe, Animal.date_naissance, Animal.nom,
Animal.commentaires,
       Animal.espece_id, Animal.race_id, Animal.mere_id, Animal.pere_id,
Animal.disponible,
       Especе.nom_courant, Race.nom
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Especе.id
LEFT JOIN Race ON Animal.race_id = Race.id;
```

Il faut toujours vérifier que les colonnes sélectionnées sont dans le bon ordre par rapport à la liste des noms, car la correspondance se fait uniquement sur la base de la position. MySQL ne lèvera pas le petit doigt si l'on nomme "espece" une colonne contenant le sexe.

Doublons interdits

Comme pour une table, il est impossible que deux colonnes ayant le même nom cohabitent dans une même vue.

```
CREATE VIEW V_test
AS SELECT Animal.id, Espece.id
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id;
```

```
ERROR 1060 (42S21): Duplicate column name 'id'
```

Pour pouvoir créer cette vue, il est nécessaire de renommer une des deux colonnes dans la vue (soit avec un alias, soit en listant les colonnes juste après `CREATE VIEW nom_vue`).

Requête `SELECT` stockée dans la vue

Que peut-on mettre dans la requête SELECT qui sert à définir la vue ?

La requête définissant une vue peut être n'importe quelle requête `SELECT`, à quelques exceptions près.

- Il n'est pas possible d'utiliser une requête `SELECT` dont la clause `FROM` contient une sous-requête `SELECT`.
- La requête ne peut pas faire référence à des variables utilisateur, des variables système, ni même des variables locales (dans le cas d'une vue définie par une procédure stockée).
- Toutes les tables (ou vues) mentionnées dans la requête doivent exister (au moment de la création du moins).

En dehors de ça, carte blanche ! La requête peut contenir une clause `WHERE`, une clause `GROUP BY`, des fonctions (scalaires ou

d'agrégation), des opérations mathématiques, une autre vue, des jointures, etc.
Exemple 1 : une vue pour les chiens.
L'employé de l'élevage préposé aux chiens peut créer une vue sur ceux-ci, afin de ne pas devoir ajouter une clause `WHERE especе_id = 1` à chacune de ses requêtes.

```
CREATE VIEW V_Chien
AS SELECT id, sexe, date_naissance, nom, commentaires, espece_id, race_id,
mere_id, pere_id, disponible
FROM Animal
WHERE espece_id = 1;
```

Exemple 2 : combien de chats possédons-nous ?
Il est tout à fait possible de créer une vue définie par une requête qui compte le nombre d'animaux de chaque espèce que l'on possède.

```
CREATE OR REPLACE VIEW V_Nombre_espece
AS SELECT Espece.id, COUNT(Animal.id) AS nb
FROM Espece
LEFT JOIN Animal ON Animal.espece_id = Espece.id
GROUP BY Espece.id;
```

Exemple 3 : vue sur une vue.
La vue *V_Chien* sélectionne les chiens. Créons la vue *V_Chien_race* qui sélectionne les chiens dont on connaît la race. On peut bien sûr créer cette vue à partir de la table *Animal*, mais on peut aussi repartir simplement de la vue *V_Chien*.

```
CREATE OR REPLACE VIEW V_Chien_race
AS SELECT id, sexe, date_naissance, nom, commentaires, espece_id, race_id,
mere_id, pere_id, disponible
FROM V_Chien
WHERE race_id IS NOT NULL;
```

Exemple 4 : expression dans une vue.
Voici un exemple de vue définie par une requête contenant une expression, qui sélectionne les espèces, avec leur prix en dollars.

```
CREATE VIEW V_Espece_dollars
AS SELECT id, nom_courant, nom_latin, description, ROUND(prix*1.31564, 2) AS
prix_dollars
FROM Espece;
```

La requête `SELECT` est "figée"

La requête `SELECT` définissant une vue est figée : les changements de structure faits par la suite sur la ou les tables sous-jacentes n'influent pas sur la vue.
Par exemple, si l'on crée une vue *V_Client* toute simple.

```
CREATE VIEW V_Client
AS SELECT *
FROM Client;
```

Cette vue sélectionne les huit colonnes de *Client* (*id, nom, prenom, adresse, code_postal, ville, pays, email*). Une fois cette vue créée, elle est figée, et l'ajout d'une colonne dans la table *Client* **ne changera pas** les résultats d'une requête sur *V_Client*. Cette vue ne sélectionnera jamais que *id, nom, prenom, adresse, code_postal, ville, pays* et *email*, malgré le caractère * dans la clause `SELECT`. Pour que *V_Client* sélectionne la nouvelle colonne de *Client*, il faudrait recréer la vue pour l'inclure.
Exemple : ajout d'une colonne *date_naissance* à la table *Client*.

```
ALTER TABLE Client ADD COLUMN date_naissance DATE;

DESCRIBE V_Client;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id	smallint(5) unsigned	NO		0	
nom	varchar(100)	NO		NULL	
prenom	varchar(60)	NO		NULL	
adresse	varchar(200)	YES		NULL	
code_postal	varchar(6)	YES		NULL	
ville	varchar(60)	YES		NULL	
pays	varchar(60)	YES		NULL	
email	varbinary(10	YES		NULL	

Tri des données directement dans la vue

Si l'on met un `ORDER BY` dans la requête définissant une vue, celui-ci prendra effet, sauf si l'on fait une requête sur la vue avec un `ORDER BY`. Dans ce cas, c'est ce dernier qui prime, et l'`ORDER BY` originel est ignoré.
Exemple

```
CREATE OR REPLACE VIEW V_Race
AS SELECT Race.id, nom, Espece.nom_courant AS espece
```

```
FROM Race
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Race.espece_id
ORDER BY nom;

SELECT *
FROM V_Race;
-- Sélection sans ORDER BY, on prend l'ORDER BY de la définition

SELECT *
FROM V_Race
ORDER BY espece;
-- Sélection avec ORDER BY, c'est celui-là qui sera pris en compte
```

La première requête donnera bien les races par ordre alphabétique, les races de chiens et les races de chats sont mélangées. Par contre, dans la deuxième, on a d'abord toutes les races de chats, puis toutes les races de chiens.

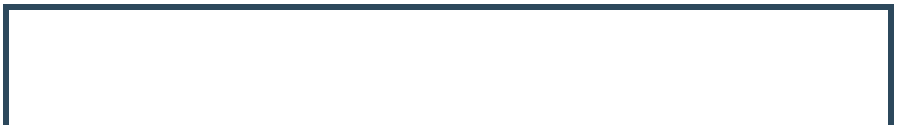
Comportement d'autres clauses de SELECT

En ce qui concerne notamment les clauses `LIMIT` et `DISTINCT` (et son opposé, `ALL`), le comportement est indéfini. Dans le cas où l'on fait une requête avec un `LIMIT` sur une vue dont la requête possède aussi un `LIMIT`, on ne sait pas quelle clause, de la définition ou de la sélection, sera appliquée. Par conséquent, il est déconseillé d'inclure ces clauses dans la définition d'une vue.

Sélection des données d'une vue

Une fois la vue créée, on peut bien entendu faire plus qu'un simple `SELECT * FROM la_vue;` : on peut tout simplement traiter cette vue comme une table, et donc ajouter des clauses `WHERE`, `GROUP BY`, des fonctions, des jointures et tout ce que l'on veut !
Exemple 1 : on sélectionne les rats bruns à partir de la vue *V_Animal_details*.

```
SELECT id, nom, espece_nom, date_naissance, commentaires, disponible
FROM V_Animal_details
WHERE espece_nom = 'Rat brun';
```



id	nom	espece	nomdate naissance	commentaires	disponible
69	Baba	Rat brun	2012-02-13 15:45:00	NULL	0
70	Bibo	Rat brun	2012-02-13 15:48:00	Agressif	1
72	Momy	Rat brun	2008-02-01 02:25:00	NULL	1
73	Popi	Rat brun	2007-03-11 12:45:00	NULL	1
75	Mimi	Rat brun	2007-03-12 22:03:00	NULL	0

Exemple 2 : on sélectionne le nombre d'animaux par espèce avec la vue *V_Nombre_espece*, en ajoutant une jointure sur la table *Espece* pour avoir le nom des espèces en plus de leur *id*.

```
SELECT V_Nombre_espece.id, Espece.nom_courant, V_Nombre_espece.nb
FROM V_Nombre_espece
INNER JOIN Espece ON Espece.id = V_Nombre_espece.id;
```

id	nom_courant	nb
1	Chien	21
2	Chat	20
3	Tortue d'Hermann	14
4	Perroquet amazone	4
5	Rat brun	5

Exemple 3 : on sélectionne le nombre de chiens qu'on possède pour chaque race, en utilisant un regroupement sur la vue *V_Chien_race*, avec jointure sur *Race* pour avoir le nom de la race.

```
SELECT Race.nom, COUNT(V_Chien_race.id)
FROM Race
INNER JOIN V_Chien_race ON Race.id = V_Chien_race.race_id
GROUP BY Race.nom;
```

nom	COUNT(V_Chien_race.id)
Berger allemand	8
Berger blanc suisse	4
Rottweiller	1

Modification et suppression d'une vue

Modification

CREATE OR REPLACE

Comme déjà mentionné, pour modifier une vue, on peut tout simplement ajouter la clause **OR REPLACE** à la requête de création de la vue, et lui donner le nom de la vue à modifier. L'ancienne vue sera alors remplacée.

Si le nom de votre vue est incorrect et ne correspond à aucune vue existante, aucune erreur ne sera renvoyée, et vous créerez tout simplement une nouvelle vue.

ALTER

Il existe aussi la commande **ALTER VIEW**, qui aura le même effet que **CREATE OR REPLACE VIEW** si la vue existe bel et bien. Dans le cas contraire, **ALTER VIEW** générera une erreur.
Syntaxe :

```
ALTER VIEW nom_vue [(liste_colonnes)]
AS requete_select
```

Exemples : les deux requêtes suivantes ont exactement le même effet : on modifie la vue *V_espece_dollars* pour mettre à jour le taux de change du dollar.

```
CREATE OR REPLACE VIEW V_Espece_dollars
AS SELECT id, nom_courant, nom_latin, description, ROUND(prix*1.30813, 2) AS
prix_dollars
FROM Espece;

ALTER VIEW V_Espece_dollars
AS SELECT id, nom_courant, nom_latin, description, ROUND(prix*1.30813, 2) AS
prix_dollars
FROM Espece;
```

Suppression

Pour supprimer une vue, on utilise simplement `DROP VIEW [IF EXISTS] nom_vue;`.
Exemple : suppression de *V_Race*.

```
DROP VIEW V_Race;
```

Utilité des vues

Au-delà de la légendaire paresse des informaticiens, bien contents de ne pas devoir retaper la même requête encore et encore, les vues sont utilisées pour différentes raisons, dont voici les principales.

Clarification et facilitation des requêtes

Lorsqu'une requête implique un grand nombre de tables, ou nécessite des fonctions, des regroupements, etc., même une bonne indentation ne suffit pas toujours à rendre la requête claire. Qui plus est, plus la requête est longue et complexe, plus l'ajout de la moindre condition peut se révéler pénible.
Avoir une vue pour des requêtes complexes permet de simplifier et de clarifier les requêtes.
Exemple : on veut savoir quelles espèces rapportent le plus, année après année. Comme c'est une question importante pour le développement de l'élevage, et qu'elle reviendra souvent, on crée une vue, que l'on pourra interroger facilement.

```
CREATE OR REPLACE VIEW V_Revenus_annee_espece
AS SELECT YEAR(date_reservation) AS annee, Espece.id AS espece_id,
```

```
SUM(Adoption.prix) AS somme, COUNT(Adoption.animal_id) AS nb
FROM Adoption
INNER JOIN Animal ON Animal.id = Adoption.animal_id
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
GROUP BY annee, Espece.id;
```

Avec des requêtes toutes simples, on peut maintenant obtenir des informations résultant de requêtes complexes, par exemple :
1. Les revenus obtenus par année

```
SELECT annee, SUM(somme) AS total
FROM V_Revenus_annee_espece
GROUP BY annee;
```

annee	total
2007	2315.00
2008	3565.00
2009	400.00
2010	340.00
2011	1755.00
2012	3045.00

2. Les revenus obtenus pour chaque espèce, toutes années confondues

```
SELECT Espece.nom_courant AS espece, SUM(somme) AS total
FROM V_Revenus_annee_espece
INNER JOIN Espece ON V_Revenus_annee_espece.espece_id = Espece.id
GROUP BY espece;
```

espece	total
Chat	6480.00
Chien	2400.00
Perroquet amazone	2100.00
Rat brun	20.00
Tortue d'Hermann	420.00

3. Les revenus moyens générés par la vente d'un individu de l'espèce

```
SELECT Espece.nom_courant AS espece, SUM(somme)/SUM(nb) AS moyenne
FROM V_Revenus_annee_espece
INNER JOIN Espece ON V_Revenus_annee_espece.espece_id = Espece.id
GROUP BY espece;
```

espece	moyenne
Chat	720.000000
Chien	342.857143

Perroquet amazone	700.000000
Rat brun	10.000000
Tortue d'Hermann	140.000000

Création d'une interface entre l'application et la base de données

Lorsque l'on a une base de données exploitée par une application (écrite dans un langage de programmation comme Java, ou PHP par exemple), c'est souvent dans cette application que sont construites les requêtes qui vont insérer, modifier, et sélectionner les données de la base.
Si pour une raison ou une autre (mauvaise conception de la base de données au départ, modèle de données qui s'étend fortement,…) la structure des tables de la base change, il faut réécrire également l'application pour prendre en compte les modifications nécessaires pour les requêtes.
Cependant, si l'on a utilisé des vues, on peut éviter de réécrire toutes ces requêtes, ou du moins limiter le nombre de requêtes à réécrire. Si les requêtes sont faites sur des vues, il suffit en effet de modifier la définition de ces vues pour qu'elles fonctionnent avec la nouvelle structure.
Exemple
On a créé une vue *V_Client*, qui permet de voir le contenu de notre table *Client* (sauf la date de naissance, ajoutée après la définition de la vue).
Si un beau jour on décidait de stocker les adresses postales dans une table à part, il faudrait modifier la structure de notre base. Au lieu d'une seule table *Client*, on en aurait deux : *Client*(*id, nom, prenom, date_naissance, email, adresse_id*) et *Adresse*(*id, rue_numero, code_postal, ville, pays*).
Pour que l'application puisse continuer à sélectionner les personnes et leur adresse sans qu'on doive la modifier, il suffirait de changer la requête définissant la vue :

```
CREATE OR REPLACE VIEW V_Client
-- le OR REPLACE indispensable (ou on utilise ALTER VIEW)
```

```
AS SELECT Client.id, nom, prenom, rue_numero AS adresse, code_postal, ville,
pays, email, date_naissance
FROM Client
LEFT JOIN Adresse ON Client.adresse_id = Adresse.id
-- LEFT JOIN au cas où certains clients n'auraient pas d'adresse définie
```

Le changement de structure de la base de données serait ainsi transparent pour l'application (du moins en ce qui concerne la sélection des clients) !

Restriction des données visibles par les utilisateurs

La gestion des utilisateurs et de leurs droits fera l'objet d'un prochain chapitre. Sachez simplement que pour chaque utilisateur, il est possible de définir des droits particuliers pour chaque table et chaque vue (entre autres choses).
On peut par exemple autoriser l'utilisateur *A* à faire des requêtes d'insertion, modification, suppression et sélection (le fameux CRUD) sur la table *T1*, mais n'autoriser l'utilisateur *B* qu'à faire des sélections sur la table *T1*.
Et imaginons qu'il existe aussi un utilisateur *C*, auquel on veut donner l'autorisation de faire des requêtes de sélection sur la table *T1*, mais auquel il faudrait cacher certaines colonnes qui contiennent des données sensibles, ou certaines lignes auxquelles il ne devrait pas accéder. Il suffit de créer la vue *V_T1*, n'ayant accès qu'aux colonnes/lignes "publiques" de la table *T1*, et de donner à *C* les droits sur la vue *V_T1*, mais pas sur la table *T1*.
Exemple
Le stagiaire travaillant dans notre élevage s'occupe exclusivement des chats, et ne doit pas avoir accès aux commentaires. On ne lui donne donc pas accès à la table *Animal*, mais à une vue *V_Animal_stagiaire* créée de la manière suivante :

```
CREATE VIEW V_Animal_stagiaire
AS SELECT id, nom, sexe, date_naissance, espece_id, race_id, mere_id, pere_id,
disponible
FROM Animal
WHERE espece_id = 2;
```

Algorithmes

Lors de la création d'une vue, on peut définir quel algorithme sera utilisé par MySQL lors d'une sélection sur celle-ci.

```
CREATE [OR REPLACE]
    [ALGORITHM = {UNDEFINED | MERGE | TEMPTABLE}]
    VIEW nom_vue
    AS requete_select
```

Il s'agit d'une **clause non standard**, donc valable uniquement pour MySQL. Deux algorithmes différents peuvent être utilisés : `MERGE` et `TEMPTABLE`.
Les algorithmes interviennent au moment où l'on **sélectionne des données de la vue**, et pas directement à la création de celle-ci.

MERGE

Si l'algorithme `MERGE` (fusion en anglais) a été choisi, lorsque l'on sélectionne des données de la vue, MySQL va **fusionner la requête `SELECT` qui définit la vue avec les clauses de sélections**. Faire une sélection sur une vue qui utilise cet algorithme revient donc à faire une requête directement sur les tables sous-jacentes.
Comme ce n'est pas nécessairement très clair, voici deux exemples.
Exemple 1
On a créé la vue *V_Animal_details* à partir de la requête suivante :

```
SELECT Animal.id, Animal.sexe, Animal.date_naissance, Animal.nom,
Animal.commentaires,
       Animal.espece_id, Animal.race_id, Animal.mere_id, Animal.pere_id,
Animal.disponible,
       Espece.nom_courant AS espece_nom, Race.nom AS race_nom
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
LEFT JOIN Race ON Animal.race_id = Race.id;
```

Ensuite, on fait une sélection sur cette vue :

```
SELECT *
FROM V_Animal_details
WHERE MONTH(date_naissance) = 6;
```

Si c'est l'algorithme `MERGE` qui est utilisé, MySQL va fusionner :

- la requête définissant la vue :

```
SELECT Animal.id, Animal.sexe, Animal.date_naissance, Animal.nom,
Animal.commentaires,
       Animal.espece_id, Animal.race_id, Animal.mere_id,
Animal.pere_id, Animal.disponible,
       Especе.nom_courant AS espece_nom, Race.nom AS race_nom
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
LEFT JOIN Race ON Animal.race_id = Race.id;
```

- les clauses de la requête de sélection :

```
WHERE MONTH(date_naissance) = 6;
```

Au final, faire cette requête sur la vue provoquera l'exécution de la requête suivante :

```
SELECT Animal.id, Animal.sexe, Animal.date_naissance, Animal.nom,
Animal.commentaires,
       Animal.espece_id, Animal.race_id, Animal.mere_id, Animal.pere_id,
Animal.disponible,
       Especе.nom_courant AS espece_nom, Race.nom AS race_nom
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
LEFT JOIN Race ON Animal.race_id = Race.id
WHERE MONTH(date_naissance) = 6;
```

Exemple 2

Si l'on exécute la requête suivante sur la vue *V_Chien*, et que l'algorithme `MERGE` est utilisé :

```
SELECT nom, date_naissance
FROM V_Chien
WHERE pere_id IS NOT NULL;
```

MySQL va fusionner les deux requêtes, et exécuter ceci :

```
SELECT nom, date_naissance
FROM Animal
WHERE espece_id = 1
AND pere_id IS NOT NULL;
```

TEMPTABLE

L'algorithme `TEMPTABLE`, par contre, **crée une table temporaire** contenant les résultats de la requête définissant la vue puis, par la suite, exécute la requête de sélection sur cette table temporaire. Donc, si l'on exécute la requête suivante sur la vue *V_Chien* :

```
SELECT nom, date_naissance
FROM V_Chien
WHERE pere_id IS NOT NULL;
```

Avec l'algorithme `TEMPTABLE`, la requête définissant la vue va être exécutée et ses résultats stockés dans une table temporaire.

```
SELECT id, sexe, date_naissance, nom, commentaires, espece_id, race_id,
mere_id, pere_id, disponible
FROM Animal
WHERE espece_id = 1;
```

Ensuite, sur cette table temporaire, va être exécutée la requête finale :

```
SELECT nom, date_naissance
FROM table_temporaire
WHERE pere_id IS NOT NULL;
```

Algorithme par défaut et conditions

Il existe une troisième option possible pour la clause `ALGORITHM` dans la requête de création des vues : `UNDEFINED`.
Par défaut, si on ne précise pas d'algorithme pour la vue, c'est l'option `UNDEFINED` qui est utilisée. Cette option laisse MySQL décider lui-même de l'algorithme qu'il appliquera.
Si c'est possible, `MERGE` sera utilisé, car cet algorithme est plus performant que `TEMPTABLE`. Cependant, toutes les vues ne peuvent pas utiliser l'algorithme `MERGE`. En effet, une vue utilisant un ou plusieurs des éléments suivants **ne pourra pas** utiliser `MERGE` :

- `DISTINCT` ;
- `LIMIT` ;
- une fonction d'agrégation (`SUM()`, `COUNT()`, `MAX()`, etc.) ;
- `GROUP BY` ;
- `HAVING` ;
- `UNION` ;
- une sous-requête dans la clause `SELECT`.

Modification des données d'une vue

On a tendance à penser que les vues ne servent que pour la sélection de données. En réalité, il est possible de modifier, insérer et supprimer des données par l'intermédiaire d'une vue.
Les requêtes sont les mêmes que pour insérer, modifier et supprimer des données à partir d'une table (si ce n'est qu'on met le nom de la vue au lieu du nom de la table bien sûr).
Cependant, pour qu'une vue ne soit pas en "lecture seule", elle doit répondre à une série de conditions.

Conditions pour qu'une vue permette de modifier des données (requêtes UPDATE)

Jointures

Il est possible de modifier des données à partir d'une vue définie avec une jointure, à condition de ne modifier qu'**une seule table**.
Exemple

```
-- Modifie Animal
```

```sql
UPDATE V_Animal_details
SET commentaires = 'Rhume chronique'
WHERE id = 21;

-- Modifie Race
UPDATE V_Animal_details
SET race_nom = 'Maine Coon'
WHERE race_nom = 'Maine coon';

-- Erreur
UPDATE V_Animal_details
SET commentaires = 'Vilain oiseau', espece_nom = 'Perroquet pas beau'
-- commentaires vient de Animal, et espece_nom vient de Espece
WHERE espece_id = 4;
```

Les deux premières modifications ne posent aucun problème, mais la troisième échouera, car elle modifie des colonnes appartenant à deux tables différentes.

```
ERROR 1393 (HY000): Can not modify more than one base table through a join view
'elevage.v_animal_details'
```

Algorithme

La vue doit utiliser l'algorithme `MERGE` (que l'algorithme ait été spécifié à la création, ou choisi par MySQL si l'algorithme n'a pas été défini). Par conséquent, les mêmes conditions que pour utiliser l'algorithme `MERGE` s'appliquent. Les éléments suivants sont ainsi interdits dans une vue si l'on veut pouvoir modifier les données à partir de celle-ci :

- `DISTINCT` ;
- `LIMIT` ;
- une fonction d'agrégation (`SUM()`, `COUNT()`, `MAX()`, etc.) ;
- `GROUP BY` ;
- `HAVING` ;
- `UNION` ;
- une sous-requête dans la clause `SELECT`.

Exemple : la vue *V_Nombre_espece*, qui utilise une fonction d'agrégation, ne permet pas de modifier les données.

```sql
UPDATE V_Nombre_espece
SET nb = 6
WHERE id = 4;
```

```
1288 (HY000): The target table V_Nombre_espece of the UPDATE is not updatable
```

Autres conditions

- On ne peut pas modifier les données à partir d'une vue qui est elle-même définie à partir d'une vue qui ne permet pas la modification des données.
- Ce n'est pas non plus possible à partir d'une vue dont la clause `WHERE` contient une sous-requête faisant référence à une des tables de la clause `FROM`.

Conditions pour qu'une vue permette d'insérer des données (requêtes INSERT)

On peut insérer des données dans une vue si celle-ci respecte **les mêmes conditions que pour la modification de données**, ainsi que les conditions supplémentaires suivantes.

Valeurs par défaut

Toutes les colonnes n'ayant pas de valeur par défaut (et ne pouvant pas être `NULL`) de la table dans laquelle on veut faire l'insertion doivent être référencées par la vue.
Exemple

```
INSERT INTO V_Animal_stagiaire (nom, sexe, date_naissance, espece_id, race_id)
VALUES ('Rocco', 'M', '2012-03-12', 1, 9);
```

Ceci fonctionne. La colonne *commentaires* n'est pas référencée par *V_Animal_stagiaire* mais peut être `NULL` (qui est donc sa valeur par défaut).

```
CREATE VIEW V_Animal_mini
AS SELECT id, nom, sexe, espece_id
FROM Animal;
```

```
INSERT INTO V_Animal_mini(nom, sexe, espece_id)
VALUES ('Toxi', 'F', 1);
```

Par contre, l'insertion dans *V_Animal_mini* échoue puisque *date_naissance* n'est pas référencée, ne peut pas être `NULL`, et n'a pas de valeur par défaut.

```
ERROR 1423 (HY000): Field of view 'elevage.v_animal_mini' underlying table
doesn't have a default value
```

Jointures

Les vues avec jointure peuvent supporter l'insertion si :

- il n'y a que des jointures internes ;
- l'insertion se fait sur une seule table (comme pour la modification).

Exemple

```
INSERT INTO V_Animal_details (espece_nom, espece_nom_latin)
VALUES ('Perruche terrestre', 'Pezoporus wallicus');
```

Il y a une jointure externe dans *V_Animal_details*, donc l'insertion ne fonctionnera pas.

```
ERROR 1471 (HY000): The target table V_Animal_details of the INSERT is not
insertable-into
```

Par contre, si l'on crée une table *V_Animal_espece*, avec uniquement une jointure interne, il n'y a aucun problème.

```
CREATE OR REPLACE VIEW V_Animal_espece
AS SELECT Animal.id, Animal.sexe, Animal.date_naissance, Animal.nom,
Animal.commentaires,
       Animal.espece_id, Animal.race_id, Animal.mere_id, Animal.pere_id,
Animal.disponible,
       Espece.nom_courant AS espece_nom, Espece.nom_latin AS espece_nom_latin
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id;

INSERT INTO V_Animal_espece (espece_nom, espece_nom_latin)
VALUES ('Perruche terrestre', 'Pezoporus wallicus');
```

Expressions

Les colonnes de la vue doivent être de simples références à des colonnes, et non pas des expressions.
Exemple
Dans la vue *V_Espece_dollars*, la colonne *prix_dollars* correspond à *ROUND(prix*1.30813, 2)*. Il n'est donc pas possible d'insérer des données à partir de cette vue.

```
INSERT INTO V_Espece_dollars (nom_courant, nom_latin, prix_dollars)
VALUES ('Perruche terrestre', 'Pezoporus wallicus', 30);
```

```
ERROR 1471 (HY000): The target table V_Espece_dollars of the INSERT is not
insertable-into
```

Colonnes dupliquées

La même colonne ne peut pas être référencée deux fois dans la vue.
Exemple
Si l'on crée une vue avec deux fois la même colonne référencée, il est possible de modifier des données à partir de celle-ci, mais pas d'en insérer.

```
CREATE VIEW V_Espece_2noms
AS SELECT id, nom_courant, nom_latin, description, prix, nom_courant AS nom2 --
nom_courant est référencé deux fois
FROM Espece;

-- Modification, pas de problème
UPDATE V_Espece_2noms
SET description= 'Joli oiseau aux plumes majoritairement vert brillant', prix =
20.00
WHERE nom_courant = 'Perruche terrestre';

-- Insertion, impossible
INSERT INTO V_Espece_2noms (nom_courant, nom_latin, prix)
VALUES ('Perruche turquoisine', 'Neophema pulchella', 40);
```

```
ERROR 1471 (HY000): The target table V_Espece_2noms of the INSERT is not
insertable-into
```

Conditions pour qu'une vue permette de supprimer des données (requêtes

DELETE)

Il est possible de supprimer des données à partir d'une vue si et seulement si :

- il est possible de modifier des données à partir de cette vue ;
- cette vue est "mono-table" (une seule table sous-jacente).

Option de la vue pour la modification des données

Lors de la création d'une vue, on peut ajouter une option : `WITH [LOCAL | CASCADED] CHECK OPTION`.

```
CREATE [OR REPLACE]
    [ALGORITHM = {UNDEFINED | MERGE | TEMPTABLE}]
    VIEW nom_vue [(liste_colonnes)]
    AS requete_select
    [WITH [CASCADED | LOCAL] CHECK OPTION]
```

Lorsque cette option est spécifiée, les modifications et insertions ne sont acceptées que si les données répondent aux conditions de la vue (c'est-à-dire aux conditions données par la clause `WHERE` de la requête définissant la vue).
Exemples
Si la vue *V_Animal_stagiaire* (qui, pour rappel, sélectionne les chats uniquement) est définie avec `WITH CHECK OPTION`, on ne peut pas modifier l'*espece_id* à partir de cette vue.

```
CREATE OR REPLACE VIEW V_Animal_stagiaire
AS SELECT id, nom, sexe, date_naissance, espece_id, race_id, mere_id, pere_id,
disponible
FROM Animal
WHERE espece_id = 2
WITH CHECK OPTION;
```

En effet, cette vue est définie avec la condition `WHERE espece_id =`

`2`. Les modifications faites sur les données de cette vue doivent respecter cette condition.

```
UPDATE V_Animal_stagiaire
SET espece_id = 1
WHERE nom = 'Cracotte';
```

```
ERROR 1369 (HY000): CHECK OPTION failed 'elevage.v_animal_stagiaire'
```

De même, l'insertion d'un animal dont l'*espece_id* n'est pas 2 sera refusée aussi.

```
INSERT INTO V_Animal_stagiaire (sexe, date_naissance, espece_id, nom)
VALUES ('F', '2011-09-21 15:14:00', 2, 'Bambi');        -- c'est un chat, pas de
problème

INSERT INTO V_Animal_stagiaire (sexe, date_naissance, espece_id, nom)
VALUES ('M', '2011-03-11 05:54:00', 6, 'Tiroli');        -- c'est une perruche,
impossible
```

La première insertion ne pose aucun problème, mais la seconde échoue.

LOCAL ou CASCADED

- `LOCAL` : seules les conditions de la vue même sont vérifiées.
- `CASCADED` : les conditions des vues sous-jacentes éventuelles sont également vérifiées. C'est l'option par défaut.

La vue *V_Chien_race*, par exemple, est définie à partir de la vue *V_Chien*. Si on ajoute **`WITH LOCAL CHECK OPTION`** à *V_Chien_race*, les modifications et insertions dans cette vue devront vérifier uniquement les conditions de la vue elle-même, c'est-à-dire `race_id` **`IS NOT NULL`**. Si par contre, c'est **`WITH CASCADED CHECK OPTION`** qui est choisi, alors les modifications et insertions devront toujours vérifier les conditions de *V_Chien_race*, mais également celles de *V_Chien* (`espece_id = 1`).

Exemple 1 : `LOCAL`

```
CREATE OR REPLACE VIEW V_Chien_race
AS SELECT id, sexe, date_naissance, nom, commentaires, espece_id, race_id,
mere_id, pere_id, disponible
FROM V_Chien
WHERE race_id IS NOT NULL
```

```
WITH LOCAL CHECK OPTION;

-- Modification --
-- ------------ --
UPDATE V_Chien_race
SET race_id = NULL
-- Ne respecte pas la condition de V_Chien_race
WHERE nom = 'Zambo';
-- => Impossible

UPDATE V_Chien_race
SET espece_id = 2, race_id = 4
-- Ne respecte pas la condition de V_Chien
WHERE nom = 'Java';
-- => possible puisque LOCAL CHECK OPTION

-- Insertion --
-- --------- --
INSERT INTO V_Chien_race (sexe, date_naissance, nom, commentaires, espece_id,
race_id)
-- Respecte toutes les conditions
VALUES ('M', '2012-02-28 03:05:00', 'Pumba', 'Prématuré, à surveiller', 1, 9);

-- => Pas de problème

INSERT INTO V_Chien_race (sexe, date_naissance, nom, commentaires, espece_id,
race_id)
-- La race n'est pas NULL, mais c'est un chat
VALUES ('M', '2011-05-24 23:51:00', 'Lion', NULL, 2, 5);

-- => pas de problème puisque LOCAL

INSERT INTO V_Chien_race (sexe, date_naissance, nom, commentaires, espece_id,
race_id)
-- La colonne race_id est NULL
VALUES ('F', '2010-04-28 13:01:00', 'Mouchou', NULL, 1, NULL);

-- => impossible
```

La première modification et la dernière insertion échouent donc avec l'erreur suivante :

```
ERROR 1369 (HY000): CHECK OPTION failed 'elevage.v_chien_race'
```

Exemple 2 : `CASCADED`

```
CREATE OR REPLACE VIEW V_Chien_race
AS SELECT id, sexe, date_naissance, nom, commentaires, espece_id, race_id,
mere_id, pere_id, disponible
FROM V_Chien
WHERE race_id IS NOT NULL
WITH CASCADED CHECK OPTION;

UPDATE V_Chien_race
SET race_id = NULL
-- Ne respecte pas la condition de V_Chien_race
WHERE nom = 'Zambo';
-- => impossible
```

```sql
UPDATE V_Chien_race
SET espece_id = 2, race_id = 4
-- Ne respecte pas la condition de V_Chien
WHERE nom = 'Fila';
-- => impossible aussi puisque CASCADED
```

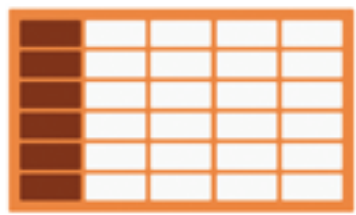
Cette fois, les deux modifications échouent.

En résumé

- Une vue est une requête `SELECT` que l'on stocke et à laquelle on donne un nom.
- La requête `SELECT` stockée dans une vue peut utiliser des jointures, des clauses `WHERE`, `GROUP BY`, des fonctions (scalaires ou d'agrégation), etc. L'utilisation de `DISTINCT` et `LIMIT` est cependant déconseillée.
- On peut sélectionner les données à partir d'une vue de la même manière qu'on le fait à partir d'une table. On peut donc utiliser des jointures, des fonctions, des `GROUP BY`, des `LIMIT`, …
- Les vues permettent de simplifier les requêtes, de créer une interface entre l'application et la base de données, et/ou restreindre finement l'accès en lecture des données aux utilisateurs.
- Sous certaines conditions, il est possible d'insérer, modifier et supprimer des données à partir d'une vue.

Chapitre 36

Tables temporaires



Ce chapitre est consacré aux tables temporaires qui, comme leur nom l'indique, sont des tables ayant une durée de vie très limitée. En effet, tout comme les variables utilisateur ou les requêtes préparées, les tables temporaires **n'existent que dans la session qui les a créées**. Dès que la session se termine (déconnexion volontaire ou accidentelle), les tables temporaires sont supprimées. Nous verrons en détail dans ce chapitre comment se comportent ces tables temporaires, et à quoi elles peuvent servir.
De plus, nous verrons deux nouvelles manières de créer une table (temporaire ou non), en partant de la structure et/ou des données d'une ou plusieurs autres tables.

Principe, règles et

comportement

On l'a dit, une table temporaire est une table qui n'existe que dans la session qui l'a créée. En dehors de ça, c'est une table presque normale. On peut exécuter sur ces tables toutes les opérations que l'on exécute sur une table classique : insérer des données, les modifier, les supprimer, et bien sûr les sélectionner.

Création, modification, suppression d'une table temporaire

Pour créer, modifier et supprimer une table temporaire, on utilise les mêmes commandes que pour les tables normales.

Création

Pour créer une table temporaire, on peut utiliser tout simplement `CREATE TABLE` en ajoutant `TEMPORARY`, pour préciser qu'il s'agit d'une table temporaire.
Exemple : création d'une table temporaire *TMP_Animal*.

```
CREATE TEMPORARY TABLE TMP_Animal (
    id INT UNSIGNED PRIMARY KEY,
    nom VARCHAR(30),
    espece_id INT UNSIGNED,
    sexe CHAR(1)
);

DESCRIBE TMP_Animal;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id	int(10) unsigned	NO	PRI	NULL	
nom	varchar(30)	YES		NULL	
espece_id	int(10) unsigned	YES		NULL	
sexe	char(1)	YES		NULL	

Visiblement, la table a bien été créée. Par contre, si l'on tente de vérifier cela en utilisant `SHOW TABLES` plutôt que `DESCRIBE TMP_Animal`, on ne trouvera pas la nouvelle table temporaire dans la liste des tables. Et pour cause, seules les tables permanentes (et les vues) sont listées par cette commande.

Modification

Pour la modification, nul besoin du mot-clé `TEMPORARY`, on utilise directement `ALTER TABLE`, comme s'il s'agissait d'une table normale.
Exemple : ajout d'une colonne à *TMP_Animal*.

```
ALTER TABLE TMP_Animal
ADD COLUMN date_naissance DATETIME;
```

Suppression

En ce qui concerne la suppression, on a le choix d'ajouter `TEMPORARY`, ou non.
Si `TEMPORARY` est précisé, la table mentionnée ne sera supprimée que s'il s'agit bien d'une table temporaire. Sans ce mot-clé, on pourrait supprimer par erreur une table non temporaire, en cas de confusion des noms des tables par exemple.
Exemple : suppression de *TMP_Animal*, qui n'aura pas fait long feu.

```
DROP TEMPORARY TABLE TMP_Animal;
```

Utilisation des tables temporaires

Une table temporaire s'utilise comme une table normale. Les commandes d'insertion, modification et suppression de données sont exactement les mêmes.
Notez que l'immense majorité des tables temporaires étant créées pour stocker des données venant d'autres tables, on utilise souvent `INSERT INTO ... SELECT` pour l'insertion des données.

Cache-cache table

Une table temporaire existe donc uniquement pour la session qui la crée. Par conséquent, deux sessions différentes peuvent parfaitement utiliser chacune une table temporaire ayant le même nom, mais ni la même structure ni les mêmes données.
Il est également possible de créer une table temporaire ayant le même nom qu'une table normale. Toutes les autres sessions éventuelles continueront à travailler sur la table normale comme si de rien n'était.

Et la session qui crée cette fameuse table ?

En cas de conflit de noms entre une table temporaire et une table permanente, la table temporaire va masquer la table permanente. Donc, tant que cette table temporaire existera (c'est-à-dire jusqu'à ce qu'on la supprime explicitement, ou jusqu'à déconnexion de la session), toutes les requêtes faites en utilisant son nom seront exécutées sur la table temporaire, et non sur la table permanente de même nom.
Exemple : création d'une table temporaire nommée *Animal*.
On commence par sélectionner les perroquets de la table *Animal* (la table normale, puisqu'on n'a pas encore créé la table temporaire). On obtient quatre résultats.

```
SELECT id, sexe, nom, commentaires, espece_id
FROM Animal
WHERE espece_id = 4;
```

id	sexe	nom	commentaires	espece_id
57	M	Safran	Coco veut un gâteau !	4
58	M	Gingko	Coco veut un gâteau !	4
59	M	Bavard	Coco veut un gâteau !	4
60	F	Parlotte	Coco veut un gâteau !	4

On crée ensuite la table temporaire, et on y insère un animal avec *espece_id = 4*. On refait la même requête de sélection, et on obtient uniquement l'animal que l'on vient d'insérer, avec la structure de la table temporaire.

```
CREATE TEMPORARY TABLE Animal (
    id INT UNSIGNED PRIMARY KEY,
    nom VARCHAR(30),
    espece_id INT UNSIGNED,
    sexe CHAR(1)
);

INSERT INTO Animal
VALUES (1, 'Tempo', 4, 'M');

SELECT *
FROM Animal
WHERE espece_id = 4;
```

id	nom	espece_id	sexe
1	Tempo	4	M

Pour terminer, suppression de la table temporaire. La même requête de sélection nous affiche à nouveau les quatre perroquets de départ.

```
DROP TEMPORARY TABLE Animal;

SELECT id, sexe, nom, commentaires, espece_id
FROM Animal
WHERE espece_id = 4;
```

id	sexe	nom	commentaires	espece_id
57	M	Safran	Coco veut un gâteau !	4
58	M	Gingko	Coco veut un gâteau !	4
59	M	Bavard	Coco veut un gâteau !	4
60	F	Parlotte	Coco veut un gâteau !	4

Dans ce cas de figure, il vaut mieux utiliser le mot-clé `TEMPORARY` dans la requête de suppression de la table, afin d'être sûr qu'on détruit bien la table temporaire et non la table permanente.

Gardez bien en tête le fait que les tables temporaires sont détruites dès que la connexion prend fin. Dans de nombreuses

applications, une nouvelle connexion est créée à chaque nouvelle action. Par exemple, pour un site internet codé en PHP, on crée une nouvelle connexion (donc une nouvelle session) à chaque rechargement de page.

Restrictions des tables temporaires

Deux restrictions importantes à noter lorsque l'on travaille avec des tables temporaires :

- on ne peut pas mettre de clé étrangère sur une table temporaire ;
- on ne peut pas faire référence à une table temporaire deux fois dans la même requête.

Quelques explications sur la deuxième restriction : lorsque l'on parle de "faire référence deux fois à la table", il s'agit d'aller **chercher des données** deux fois dans la table. Le nom de la table temporaire peut apparaître plusieurs fois dans la requête, par exemple pour préfixer le nom des colonnes.
Exemples : on recrée une table *TMP_Animal*, un peu plus complexe cette fois, qu'on remplit avec les chats de la table *Animal*.

```
CREATE TEMPORARY TABLE TMP_Animal (
    id INT UNSIGNED PRIMARY KEY,
    nom VARCHAR(30),
    espece_id INT UNSIGNED,
    sexe CHAR(1),
    mere_id INT UNSIGNED,
    pere_id INT UNSIGNED
);

INSERT INTO TMP_Animal
SELECT id, nom, espece_id, sexe, mere_id, pere_id
FROM Animal
WHERE espece_id = 2;
```

1. Référence n'est pas occurrence

```
SELECT TMP_Animal.nom, TMP_Animal.sexe
FROM TMP_Animal
WHERE nom LIKE 'B%';
```

nom	sexe
Bagherra	M
Boucan	M
Boule	F
Bilba	F
Bambi	F

Ici, *TMP_Animal* apparaît trois fois dans la requête. Cela ne pose aucun problème, puisque la table n'est utilisée qu'une fois pour en extraire des données : dans le `FROM`.

2. Auto-jointure

On essaye d'afficher le nom des chats, ainsi que le nom de leur père quand on le connaît.

```
SELECT TMP_Animal.nom, TMP_Pere.nom AS pere
FROM TMP_Animal
INNER JOIN TMP_Animal AS TMP_Pere
    ON TMP_Animal.pere_id = TMP_Pere.id;
```

```
ERROR 1137 (HY000): Can't reopen table: 'TMP_Animal'
```

Cette fois, cela ne fonctionne pas : on extrait en effet des données de *TMP_Animal*, et de *TMP_Animal* `AS` *TMP_Pere*.

3. Sous-requête

On affiche le nom des animaux référencés comme pères.

```
SELECT nom
FROM TMP_Animal
WHERE id IN (SELECT pere_id FROM TMP_Animal);
```

```
ERROR 1137 (HY000): Can't reopen table: 'TMP_Animal'
```

À nouveau, on extrait des données de *TMP_Animal* à deux endroits différents : dans la requête et dans la sous-requête. Cela ne peut pas fonctionner.

Interaction avec les transactions

Un comportement assez intéressant lié aux tables temporaires concerne les transactions.
On a vu que les commandes de création d'objets en tout genre provoquaient la validation implicite de la transaction dans laquelle la commande était faite. Ainsi, `CREATE TABLE` provoque une validation implicite.
Mais ce n'est pas le cas pour les tables temporaires : `CREATE TEMPORARY TABLE` et `DROP TEMPORARY TABLE` ne valident pas les transactions.
Cependant ces deux commandes ne peuvent pas être annulées par un `ROLLBACK`.
Exemple

```
START TRANSACTION;

INSERT INTO Espece (nom_courant, nom_latin)
VALUES ('Gerbille de Mongolie', 'Meriones unguiculatus');

CREATE TEMPORARY TABLE TMP_Test (id INT);

ROLLBACK;

SELECT id, nom_courant, nom_latin, prix FROM Espece;

SELECT * FROM TMP_Test;
```

id	nom_courant	nom_latin	prix
1	Chien	Canis canis	200.00
2	Chat	Felis silvestris	150.00
3	Tortue d'Hermann	Testudo hermanni	140.00
4	Perroquet amazone	Alipiopsitta xanthops	700.00
5	Rat brun	Rattus norvegicus	10.00
6	Perruche terrestre	Pezoporus wallicus	20.00

```
Empty set (0.00 sec)
```

Il n'y a pas de gerbille dans nos espèces, puisque l'insertion a été annulée. Par contre, la création de la table *TMP_Test*, bien que faite à l'intérieur d'une transaction annulée, a bel et bien été exécutée. On n'obtient en effet aucune erreur lorsque l'on fait une sélection sur cette table (mais bien un résultat vide, puisqu'il n'y a aucune

donnée dans cette table).

Méthodes alternatives de création des tables

Les deux méthodes de création de tables présentées ici sont valables pour créer **des tables normales ou des tables temporaires**. Elles se basent toutes les deux sur des tables et/ou des données préexistantes.
Le choix de présenter ces méthodes dans le cadre des tables temporaires s'explique par le fait qu'en général, celles-ci sont créées pour stocker des données provenant d'autres tables, et par conséquent, sont souvent créées en utilisant une de ces deux méthodes.

Créer une table à partir de la structure d'une autre

Il est possible de créer la copie exacte d'une table, en utilisant la commande suivante :

```
CREATE [TEMPORARY] TABLE nouvelle_table
LIKE ancienne_table;
```

Les types de données, les index, les contraintes, les valeurs par défaut, le moteur de stockage, toutes les caractéristiques de *ancienne_table* seront reproduites dans *nouvelle_table*. Par contre, les données ne seront pas copiées : *nouvelle_table* sera vide.
Exemple : reproduction de la table *Espece*.

```
CREATE TABLE Espece_copy
LIKE Espece;
```

```
DESCRIBE Espece;

DESCRIBE Espece_copy;
```

Les deux commandes `DESCRIBE` renvoient exactement la même chose :

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id	smallint(6) unsigned	NO	PRI	NULL	auto_increment
nom_courant	varchar(40)	NO		NULL	
nom_latin	varchar(40)	NO	UNI	NULL	
description	text	YES		NULL	
prix	decimal(7,2) unsigned	YES		NULL	

Ensuite, pour remplir la nouvelle table avec tout ou partie des données de la table d'origine, il suffit d'utiliser la commande **`INSERT INTO ... SELECT`**.

Exemple

```
INSERT INTO Espece_copy
SELECT * FROM Espece
WHERE prix < 100;

SELECT id, nom_courant, prix
FROM Espece_copy;
```

id	nom_courant	prix
5	Rat brun	10.00
6	Perruche terrestre	20.00

Tables temporaires

Si l'on crée une table temporaire avec cette commande, tous les attributs de la table d'origine seront conservés, sauf les clés étrangères, puisqu'on ne peut avoir de clé étrangère dans une table temporaire.

Exemple : copie de la table *Animal*

```
CREATE TEMPORARY TABLE Animal_copy
LIKE Animal;

INSERT INTO Animal (nom, sexe, date_naissance, espece_id)
VALUES ('Mutant', 'M', NOW(), 12);

INSERT INTO Animal_copy (nom, sexe, date_naissance, espece_id)
VALUES ('Mutant', 'M', NOW(), 12);
```

Aucune espèce n'a 12 pour *id*, l'insertion dans *Animal* échoue donc à cause de la clé étrangère. Par contre, dans la table temporaire *Animal_copy*, l'insertion réussit.

Si on crée une table sur la base d'une table temporaire, la nouvelle table n'est pas temporaire par défaut. Pour qu'elle le soit, il faut obligatoirement le préciser à la création avec CREATE TEMPORARY TABLE.

Créer une table à partir de données sélectionnées

Cette seconde méthode ne se base pas sur la structure d'une table, mais sur les données récupérées par une requête `SELECT` pour construire une table, et y insérer des données. On fait donc ici d'une pierre deux coups : création de la table et insertion de données dans celle-ci.

```
CREATE [TEMPORARY] TABLE nouvelle_table
SELECT ...
```

Le type des colonnes de la nouvelle table sera déduit des colonnes sélectionnées. Par contre, la plupart des caractéristiques des colonnes sélectionnées seront perdues :

- les index ;
- les clés (primaires ou étrangères) ;
- l'auto-incrémentation.

Les valeurs par défaut et les contraintes `NOT NULL` seront par contre conservées.
Exemple : suppression puis recréation d'une table temporaire *Animal_copy* contenant tous les rats de la table *Animal*.

```sql
DROP TABLE Animal_copy;

CREATE TEMPORARY TABLE Animal_copy
SELECT *
FROM Animal
WHERE espece_id = 5;

DESCRIBE Animal;

DESCRIBE Animal_copy;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id	smallint(6) unsigned	NO	PRI	NULL	auto_increment
sexe	char(1)	YES		NULL	
date_naissance	datetime	NO		NULL	
nom	varchar(30)	YES	MUL	NULL	
commentaires	text	YES		NULL	
espece_id	smallint(6) unsigned	NO	MUL	NULL	
race_id	smallint(6) unsigned	YES	MUL	NULL	
mere_id	smallint(6) unsigned	YES	MUL	NULL	
pere_id	smallint(6) unsigned	YES	MUL	NULL	
disponible	tinyint(1)	YES		1	

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id	smallint(6) unsigned	NO		0	
sexe	char(1)	YES		NULL	
date_naissance	datetime	NO		NULL	
nom	varchar(30)	YES		NULL	
commentaires	text	YES		NULL	
espece_id	smallint(6) unsigned	NO		NULL	
race_id	smallint(6) unsigned	YES		NULL	
mere_id	smallint(6) unsigned	YES		NULL	
pere_id	smallint(6) unsigned	YES		NULL	
disponible	tinyint(1)	YES		1	

Les types de colonnes et les contraintes `NOT NULL` sont les mêmes, mais les index ont disparu, ainsi que l'auto-incrémentation.

Forcer le type des colonnes

On peut laisser MySQL déduire le type des colonnes du `SELECT`, mais il est également possible de préciser le type que l'on désire, en faisant attention à la compatibilité entre les types que l'on précise et les colonnes sélectionnées.
On peut également préciser les index désirés, les clés et l'éventuelle colonne à auto-incrémenter.
La syntaxe est alors similaire à un `CREATE [TEMPORARY] TABLE` classique, si ce n'est qu'on rajoute une requête de sélection à la suite.
Exemple : recréation d'*Animal_copy*, en modifiant quelques types et attributs.

```
DROP TABLE Animal_copy;

CREATE TEMPORARY TABLE Animal_copy (
    id INT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
    sexe CHAR(1),
    date_naissance DATETIME,
    nom VARCHAR(100),
    commentaires TEXT,
    espece_id INT NOT NULL,
    race_id INT,
    mere_id INT,
    pere_id INT,
    disponible BOOLEAN DEFAULT TRUE,
    INDEX (nom(10))
) ENGINE=InnoDB
SELECT *
FROM Animal
WHERE espece_id = 5;

DESCRIBE Animal_copy;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id	int(10) unsigned	NO	PRI	NULL	auto_increment
sexe	char(1)	YES		NULL	
date_naissan	datetime	YES		NULL	
nom	varchar(100)	YES	MUL	NULL	
commentaire	text	YES		NULL	
espece_id	int(11)	NO		NULL	
race_id	int(11)	YES		NULL	
mere_id	int(11)	YES		NULL	
pere_id	int(11)	YES		NULL	
disponible	tinyint(1)	YES		1	

Les colonnes *id*, *espece_id*, *race_id*, *mere_id* et *pere_id* ne sont plus des `SMALLINT` mais des `INT`, et seul *id* est `UNSIGNED`. Par contre, on a bien

un index sur *nom*, et une clé primaire auto-incrémentée avec *id*. On n'a pas précisé de contrainte `NOT NULL` sur *date_naissance*, donc il n'y en a pas, bien que cette contrainte existe dans la table d'origine.

Nom des colonnes

Les noms des colonnes de la table créée correspondront aux noms des colonnes dans la requête `SELECT`. Il est bien sûr possible d'utiliser les alias dans celle-ci pour renommer une colonne.
Cela implique que lorsque vous forcez le type des colonnes comme on vient de le voir, il est impératif que vos noms de colonnes correspondent à ceux de la requête `SELECT`, car l'insertion des données dans leurs colonnes respectives se fera sur la base du nom, et pas sur la base de la position.
Exemple : on recrée *Animal_copy*, mais les noms des colonnes sont dans le désordre, et certains ne correspondent pas à la requête `SELECT`.

```
DROP TABLE Animal_copy;

CREATE TEMPORARY TABLE Animal_copy (
    id INT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
    nom VARCHAR(100),
  -- Ordre différent de la requête SELECT
    sexe CHAR(1),
    espece_id INT NOT NULL,
  -- Ordre différent de la requête SELECT
    date_naissance DATETIME,
    commentaires TEXT,
    race_id INT,
    maman_id INT,
  -- Nom de colonne différent de la requête SELECT
    papa_id INT,
  -- Nom de colonne différent de la requête SELECT
    disponible BOOLEAN DEFAULT TRUE,
    INDEX (nom(10))
) ENGINE=InnoDB
SELECT id, sexe, date_naissance, nom, commentaires, espece_id, race_id,
mere_id, pere_id, disponible
FROM Animal
WHERE espece_id = 5;

DESCRIBE Animal_copy;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
maman_id	int(11)	YES		NULL	
papa_id	int(11)	YES		NULL	
id	int(10) unsigned	NO	PRI	NULL	auto_increment
sexe	char(1)	YES		NULL	

date_naissan	datetime	YES		NULL	
nom	varchar(100)	YES	MUL	NULL	
commentaire	text	YES		NULL	
espece_id	int(11)	NO		NULL	
race_id	int(11)	YES		NULL	
mere_id	smallint(6) unsigned	YES		NULL	
pere_id	smallint(6) unsigned	YES		NULL	
disponible	tinyint(1)	YES		1	

Les colonnes *mere_id* et *pere_id* de la requête `SELECT` ne correspondaient à aucune colonne définie par la commande **`CREATE TABLE`**. Ces colonnes ont donc été créées dans la nouvelle table, mais leur type a été déduit à partir du `SELECT`. Quant aux colonnes *maman_id* et *papa_id*, elles ont bien été créées bien qu'elles ne correspondent à rien dans la sélection. Elles ne contiendront simplement aucune donnée.
Voyons maintenant le contenu d'*Animal_copy*.

```
SELECT maman_id, papa_id, id, sexe, nom, espece_id, mere_id, pere_id
FROM Animal_copy;
```

maman_id	papa_id	id	sexe	nom	espece_id	mere_id	pere_id
NULL	NULL	69	F	Baba	5	NULL	NULL
NULL	NULL	70	M	Bibo	5	72	73
NULL	NULL	72	F	Momy	5	NULL	NULL
NULL	NULL	73	M	Popi	5	NULL	NULL
NULL	NULL	75	F	Mimi	5	NULL	NULL

Les données sont dans les bonnes colonnes, et les colonnes *maman_id* et *papa_id* sont vides, contrairement à *mere_id* et *pere_id*.
Une conséquence intéressante de ce comportement est qu'il est tout à fait possible de préciser le type et les attributs pour une partie des colonnes uniquement.
Exemple : Recréation d'*Animal_copy*. Cette fois on ne précise le type et les attributs que de la colonne *id* et on ajoute un index sur *nom*.

```
DROP TABLE Animal_copy;

CREATE TEMPORARY TABLE Animal_copy (
    id INT UNSIGNED PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
```

```
    INDEX (nom(10))
) ENGINE=InnoDB
SELECT *
FROM Animal
WHERE espece_id = 5;

DESCRIBE Animal_copy;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id	int(10) unsigned	NO	PRI	NULL	auto_increment
sexe	char(1)	YES		NULL	
date_naissance	datetime	NO		NULL	
nom	varchar(30)	YES	MUL	NULL	
commentaires	text	YES		NULL	
espece_id	smallint(6) unsigned	NO		NULL	
race_id	smallint(6) unsigned	YES		NULL	
mere_id	smallint(6) unsigned	YES		NULL	
pere_id	smallint(6) unsigned	YES		NULL	
disponible	tinyint(1)	YES		1	

Réunir les données de plusieurs tables

Puisque cette méthode de création de table se base sur une requête de sélection, cela signifie qu'on peut très bien créer une table sur la base d'une partie des colonnes d'une table existante.
Cela signifie également que l'on peut créer une table à partir de données provenant de plusieurs tables différentes.
Bien entendu, une table ne pouvant avoir deux colonnes de même nom, il ne faut pas oublier d'utiliser les alias pour renommer certaines colonnes en cas de noms dupliqués.
Exemple 1 : création de *Client_mini*, qui correspond à une partie de la table *Client*.

```
CREATE TABLE Client_mini
SELECT nom, prenom, date_naissance
FROM Client;
```

Exemple 2 : création de *Race_espece*, à partir des tables *Espece* et *Race*.

```
CREATE TABLE Race_espece
SELECT Race.id, Race.nom, Espece.nom_courant AS espece, Espece.id AS espece_id
```

```
FROM Race
INNER JOIN Espece ON Espece.id = Race.espece_id;
```

Utilité des tables temporaires

Les tables temporaires n'existant que le temps d'une session, leur usage est limité à des situations précises.

Gain de performance

Si, **dans une même session**, vous devez effectuer des calculs et/ou des requêtes plusieurs fois sur le même set de données, il peut être intéressant de stocker ce set de données dans une table temporaire, pour travailler sur cette table.
En effet, une fois vos données de travail isolées dans une table temporaire, les requêtes vous servant à sélectionner les données qui vous intéressent seront simplifiées, donc plus rapides.
Typiquement, imaginons qu'on désire faire une série de statistiques sur les adoptions de chiens.

- Quelles races sont les plus demandées ?
- Y a-t-il une période de l'année pendant laquelle les gens adoptent beaucoup ?
- Nos clients ayant adopté un chien sont-ils souvent dans la même région ?
- Les chiens adoptés sont-ils plutôt des mâles ou des femelles ?
- …

On va avoir besoin de données provenant des tables *Animal*, *Race*, *Client* et *Adoption*, en faisant au minimum une jointure à chaque requête pour n'avoir que les données liées aux chiens.
Il peut dès lors être intéressant de stocker toutes les données dont on aura besoin dans une table temporaire.

```
CREATE TEMPORARY TABLE TMP_Adoption_chien
```

```sql
SELECT Animal.id AS animal_id, Animal.nom AS animal_nom, Animal.date_naissance
AS animal_naissance, Animal.sexe AS animal_sexe, Animal.commentaires AS
animal_commentaires,
Race.id AS race_id, Race.nom AS race_nom,
Client.id AS client_id, Client.nom AS client_nom, Client.prenom AS
client_prenom, Client.adresse AS client_adresse,
Client.code_postal AS client_code_postal, Client.ville AS client_ville,
Client.pays AS client_pays, Client.date_naissance AS client_naissance,
Adoption.date_reservation AS adoption_reservation, Adoption.date_adoption AS
adoption_adoption, Adoption.prix
FROM Animal
LEFT JOIN Race ON Animal.race_id = Race.id
INNER JOIN Adoption ON Animal.id = Adoption.animal_id
INNER JOIN Client ON Client.id = Adoption.client_id
WHERE Animal.espece_id = 1;
```

Toutes les requêtes pour obtenir les statistiques et informations demandées pourront donc se faire directement sur *TMP_Adoption_chien*, ce qui sera plus rapide que de refaire chaque fois une requête avec jointure(s).
Il peut bien sûr être intéressant d'ajouter des index sur les colonnes qui serviront souvent dans les requêtes.

Tests

Il arrive qu'on veuille tester **l'effet des instructions, avant de les appliquer sur les données**.
Pour cela, on peut par exemple utiliser les transactions, et annuler ou valider les requêtes selon que l'effet produit correspond à ce qui était attendu ou non.
Une autre solution est d'utiliser les tables temporaires. On crée des **tables temporaires contenant les données sur lesquelles on veut faire des tests**, on effectue les tests sur celles-ci, et une fois qu'on est satisfait du résultat, on applique les mêmes requêtes aux vraies tables. Cette solution permet de ne pas risquer de valider inopinément des requêtes de test. Sans oublier qu'il n'est pas toujours possible d'utiliser les transactions : si les tables sont de type MyISAM, les transactions ne sont pas disponibles. De même, les transactions sont inutilisables si les tests comprennent des requêtes provoquant une validation implicite des transactions.

Petite astuce : pour tester une

série d'instructions à partir d'un fichier (en utilisant la commande SOURCE), il est souvent plus simple de créer des tables temporaires ayant le même nom que les tables normales, qui seront ainsi masquées. Il ne sera alors pas nécessaire de modifier le nom des tables dans les requêtes à exécuter par le fichier selon qu'on est en phase de test ou non.

Sets de résultats et procédures stockées

Lorsque l'on crée une procédure stockée, on peut utiliser les paramètres `OUT` et `INOUT` pour récupérer les résultats de la procédure. Mais ces paramètres ne peuvent contenir qu'un seul élément.

Que faire si l'on veut récupérer plusieurs lignes de résultats à partir d'une procédure stockée ?

On peut avoir besoin de récupérer le résultat d'une requête `SELECT`, ou une liste de valeurs calculées dans la procédure. Ou encore, on peut vouloir passer un set de résultats d'une procédure stockée à une autre.
Une solution est d'utiliser une table temporaire pour stocker les résultats qu'on veut utiliser en dehors de la procédure.
Exemple : création par une procédure d'une table temporaire stockant les adoptions qui ne sont pas en ordre de paiement.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE table_adoption_non_payee()
BEGIN
    DROP TEMPORARY TABLE IF EXISTS Adoption_non_payee;

    CREATE TEMPORARY TABLE Adoption_non_payee
    SELECT Client.id AS client_id, Client.nom AS client_nom, Client.prenom AS
client_prenom, Client.email AS client_email,
           Animal.nom AS animal_nom, Espece.nom_courant AS espece, Race.nom AS
race,
           Adoption.date_reservation, Adoption.date_adoption, Adoption.prix
    FROM Adoption
    INNER JOIN Client ON Client.id = Adoption.client_id
    INNER JOIN Animal ON Animal.id = Adoption.animal_id
    INNER JOIN Espece ON Espece.id = Animal.espece_id
    LEFT JOIN Race ON Race.id = Animal.race_id
    WHERE Adoption.paye = FALSE;
END |
DELIMITER ;

CALL table_adoption_non_payee();

SELECT client_id, client_nom, client_prenom, animal_nom, prix
FROM Adoption_non_payee;
```

client_id	client_nom	client_prenom	animal_nom	prix
9	Cordure	Anaelle	Bayard	700.00
10	Faluche	Eline	Dana	140.00
11	Penni	Carine	Pipo	630.00
12	Broussaille	Virginie	Mimi	10.00

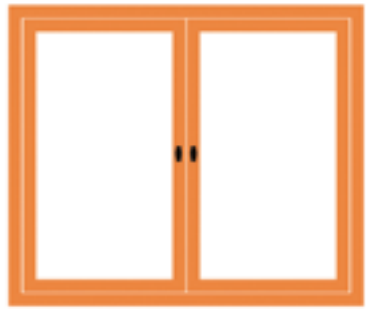
En résumé

- Une table temporaire est une table qui **n'existe que pour la session dans laquelle elle a été créée**. Dès que la session se termine, les tables temporaires sont supprimées.
- Une table temporaire est **créée de la même manière qu'une table normale**. Il suffit d'ajouter le mot-clé `TEMPORARY` avant `TABLE`.
- On peut créer une table (temporaire ou non) à partir de la structure d'une autre table avec `CREATE [TEMPORARY] TABLE nouvelle_table LIKE ancienne_table;`.
- On peut créer une table à partir d'une requête `SELECT` avec `CREATE [TEMPORARY] TABLE SELECT ...;`.
- Les tables temporaires permettent de **gagner en performance** lorsque, dans une session on doit exécuter plusieurs requêtes sur un même set de données.
- On peut utiliser les tables temporaires pour créer des **données de test**.

- Enfin, les tables temporaires peuvent être utilisées pour stocker un set de résultats d'une procédure stockée.

Chapitre 37

Vues matérialisées



Pour le dernier chapitre de cette partie, nous allons parler des vues matérialisées. Comme leur nom l'indique, les vues matérialisées sont **des vues, dont les données sont matérialisées**, c'est-à-dire stockées.
Les vues matérialisées sont des objets assez utiles, permettant un **gain de performance** relativement important lorsqu'ils sont bien utilisés. Malheureusement, MySQL n'implémente pas les vues matérialisées en tant que telles.
Cependant, en utilisant les moyens du bord (c'est-à-dire les objets et concepts disponibles avec MySQL), il est tout à fait possible de construire des vues matérialisées soi-même.
Voyons donc quel est le principe de ces vues matérialisées, ce qu'on peut gagner à les utiliser, et comment les construire et les mettre à jour.

Principe

Vues - rappels et performance

Une vue, c'est tout simplement **une requête `SELECT` à laquelle on donne un nom**. Lorsque l'on sélectionne des données à partir d'une vue, on exécute en réalité la requête SQL de la vue. Par conséquent, les vues ne permettent pas de gagner en performance.
En fait, dans certains cas, les requêtes sur des vues peuvent même être moins rapides que si l'on fait directement la requête sur la (ou les) table(s).
Les vues peuvent en effet utiliser deux algorithmes différents :

- `MERGE` : les clauses de la requête sur la vue (`WHERE`, `ORDER BY`, …) sont fusionnées à la requête définissant la vue ;
- `TEMPTABLE` : une table temporaire est créée avec les résultats de la requête définissant la vue, et la requête de sélection sur la vue est ensuite exécutée sur cette table temporaire.

Avec l'algorithme `MERGE`, tout se passe comme si l'on exécutait la requête directement sur les tables contenant les données. On perd un petit peu de temps à fusionner les clauses des deux requêtes, mais c'est négligeable.
Par contre, avec `TEMPTABLE`, non seulement on exécute deux requêtes (une pour créer la vue temporaire, l'autre sur cette dernière), mais en plus **la table temporaire ne possède aucun index**, contrairement aux tables normales. Une recherche dans la table temporaire peut donc prendre plus de temps que la même recherche sur une table normale, pour peu que cette dernière possède des index.
Enfin, n'oublions pas que MySQL nécessite l'utilisation de l'algorithme `TEMPTABLE` pour les vues contenant au moins un des éléments suivants :

- `DISTINCT` ;

- `LIMIT` ;
- une fonction d'agrégation (`SUM()`, `COUNT()`, `MAX()`, etc.) ;
- `GROUP BY` ;
- `HAVING` ;
- `UNION` ;
- une sous-requête dans la clause `SELECT`.

Vues matérialisées

Il fallait donc quelque chose qui combine les avantages des vues et les avantages des tables normales : c'est ainsi que le concept des vues matérialisées est né !
Une vue matérialisée est **un objet qui permet de stocker le résultat d'une requête `SELECT`**. Là où une vue se contente de stocker la requête, la vue matérialisée va stocker directement les résultats (elle va donc les matérialiser), plutôt que la requête. Lorsque l'on fait une requête sur une vue matérialisée, on va donc chercher directement des données dans celle-ci, sans passer par les tables d'origine et/ou une table temporaire intermédiaire.

"Vraies" vues matérialisées

Certains SGBD (Oracle par exemple) permettent de créer directement des vues matérialisées, avec des outils et des options dédiés. Il suffit alors de créer les vues matérialisées que l'on désire et de les paramétrer correctement, et tout se fait automatiquement. Malheureusement, MySQL ne propose pas encore ce type d'objet. Il faut donc se débrouiller avec les outils disponibles.

"Fausses" vues matérialisées pour MySQL

On veut donc une structure qui permet de stocker des données, provenant d'une requête `SELECT`.

Qu'a-t-on comme structure qui permet de stocker les données

?

La réponse semble évidente : **une table** !
Pour créer une vue matérialisée avec MySQL, on utilise donc tout simplement une table, dans laquelle on stocke les résultats d'une requête `SELECT`.
Exemple : on veut matérialiser *V_Revenus_annee_espece*.

```
CREATE TABLE VM_Revenus_annee_espece
ENGINE = InnoDB
SELECT YEAR(date_reservation) AS annee, Espece.id AS espece_id,
SUM(Adoption.prix) AS somme, COUNT(Adoption.animal_id) AS nb
FROM Adoption
INNER JOIN Animal ON Animal.id = Adoption.animal_id
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
GROUP BY annee, Espece.id;
```

Par facilité, on a utilisé ici la commande CREATE TABLE ... SELECT. Mais il est tout à fait possible de créer la table avec la commande habituelle, et de la remplir par la suite, avec un INSERT INTO... SELECT par exemple. Il s'agit d'une table tout à fait normale. Ce n'est que l'usage auquel elle est destinée qui en fait une vue matérialisée.

On a maintenant matérialisé la vue *V_Revenus_annee_espece*, avec *VM_Revenus_annee_espece*.

Et c'est tout ?

Non bien sûr. C'est bien beau d'avoir créé une table, mais il va falloir aussi tenir cette vue matérialisée à jour.

Mise à jour des vues matérialisées

On l'a dit, il ne suffit pas de créer une vue matérialisée à partir des données, il faut aussi la tenir à jour lorsque les données des tables d'origine changent.
Deux possibilités :

- une mise à jour sur demande ;
- une mise à jour automatique chaque fois qu'un changement est fait.

Mise à jour sur demande

Si l'on veut pouvoir mettre la vue matérialisée à jour ponctuellement, on peut utiliser une procédure stockée. Le plus simple sera de supprimer les données de la vue matérialisée, puis d'insérer les données à jour grâce à la même requête de sélection ayant servi à créer/initialiser la vue matérialisée.
Exemple : procédure stockée permettant de mettre à jour la vue *VM_Revenus_annee_especes*.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE maj_vm_revenus()
BEGIN
    TRUNCATE VM_Revenus_annee_espece;

    INSERT INTO VM_Revenus_annee_espece
    SELECT YEAR(date_reservation) AS annee, Espece.id AS espece_id,
SUM(Adoption.prix) AS somme, COUNT(Adoption.animal_id) AS nb
    FROM Adoption
    INNER JOIN Animal ON Animal.id = Adoption.animal_id
    INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
    GROUP BY annee, Espece.id;
END |
DELIMITER ;
```

La commande `TRUNCATE nom_table`; a le même effet que `DELETE FROM nom_table`; (sans clause `WHERE`) ; elle supprime toutes les lignes de la

table. Cependant, `TRUNCATE` est un peu différent de **`DELETE FROM`**.

- `TRUNCATE` ne supprime pas les lignes une à une : `TRUNCATE` supprime la table, puis la recrée (sans les données).
- Par conséquent, `TRUNCATE` ne traite pas les clés étrangères : on ne peut pas faire un `TRUNCATE` sur une table dont une colonne est référencée par une clé étrangère, sauf si celle-ci est dans la même table ; en outre les options **`ON DELETE`** ne sont pas traitées lorsque des données sont supprimées avec cette commande.
- `TRUNCATE` valide implicitement les transactions, et ne peut pas être annulé par un rollback.
- Pour toutes ces raisons, `TRUNCATE` est beaucoup plus rapide que **`DELETE FROM`** (en particulier si le nombre de ligne à supprimer est important).

Dans le cas de *VM_Revenus_annee_espece*, on peut sans problème utiliser `TRUNCATE`.
Pour mettre à jour la vue matérialisée, il suffit donc d'exécuter la procédure stockée.

```
CALL maj_vm_revenus();
```

Ce type de mise à jour est généralement utilisé pour des données qu'il n'est pas impératif d'avoir à jour en permanence. La plupart du temps, la procédure est appelée par un script qui tourne périodiquement (une fois par jour ou une fois par semaine par exemple).

Mise à jour automatique

Si à l'inverse, on veut que les données soient toujours à jour par rapport aux derniers changements de la base de données, on utilisera plutôt les triggers pour mettre à jour la vue matérialisée. Dans le cas de *VM_Revenus_annee_espece*, la vue matérialisée doit être mise à jour en cas de modification de la table *Adoption*.

- Une insertion provoquera la mise à jour de la ligne correspondant à l'année et à l'espèce de l'adoption insérée (majoration du total des prix et du nombre d'adoptions), ou insérera une nouvelle ligne si elle n'existe pas encore.
- Une suppression provoquera la mise à jour de la ligne correspondant à l'année et à l'espèce de l'adoption supprimée, ou la suppression de celle-ci s'il s'agissait de la seule adoption correspondante.
- Une modification sera un mix de la suppression et de l'insertion.

En ce qui concerne la colonne *espece_id* de la vue matérialisée, il vaut mieux lui ajouter une clé étrangère, avec l'option **`ON DELETE CASCADE`**. En principe, *Espece.id* ne devrait jamais être modifiée, mais en mettant cette clé étrangère, on s'assure que la correspondance entre les tables existera toujours.
On va également ajouter une clé primaire : (*annee, espece_id*), afin de simplifier nos triggers. Ça permettra d'utiliser la commande **`INSERT INTO ... ON`** DUPLICATE **`KEY UPDATE`**.

```
ALTER TABLE VM_Revenus_annee_espece
    ADD CONSTRAINT fk_vm_revenu_espece_id FOREIGN KEY (espece_id) REFERENCES
Espece (id) ON DELETE CASCADE,
    ADD PRIMARY KEY (annee, espece_id);
```

Et voici donc les triggers nécessaires à la mise à jour de la vue matérialisée :

Ces trois triggers existaient déjà, et permettaient de mettre à jour la colonne Animal.disponible. Il faut donc d'abord les supprimer, puis les recréer en ajoutant la mise à jour de VM_Revenus_annee_espece.

```
DELIMITER |

DROP TRIGGER after_insert_adoption |
CREATE TRIGGER after_insert_adoption AFTER INSERT
```

```sql
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    UPDATE Animal
    SET disponible = FALSE
    WHERE id = NEW.animal_id;

    INSERT INTO VM_Revenus_annee_espece (espece_id, annee, somme, nb)
    SELECT espece_id, YEAR(NEW.date_reservation), NEW.prix, 1
    FROM Animal
    WHERE id = NEW.animal_id
    ON DUPLICATE KEY UPDATE somme = somme + NEW.prix, nb = nb + 1;
END |

DROP TRIGGER after_update_adoption |
CREATE TRIGGER after_update_adoption AFTER UPDATE
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    IF OLD.animal_id <> NEW.animal_id THEN
        UPDATE Animal
        SET disponible = TRUE
        WHERE id = OLD.animal_id;

        UPDATE Animal
        SET disponible = FALSE
        WHERE id = NEW.animal_id;
    END IF;

    INSERT INTO VM_Revenus_annee_espece (espece_id, annee, somme, nb)
    SELECT espece_id, YEAR(NEW.date_reservation), NEW.prix, 1
    FROM Animal
    WHERE id = NEW.animal_id
    ON DUPLICATE KEY UPDATE somme = somme + NEW.prix, nb = nb + 1;

    UPDATE VM_Revenus_annee_espece
    SET somme = somme - OLD.prix, nb = nb - 1
    WHERE annee = YEAR(OLD.date_reservation)
    AND espece_id = (SELECT espece_id FROM Animal WHERE id = OLD.animal_id);

    DELETE FROM VM_Revenus_annee_espece
    WHERE nb = 0;
END |

DROP TRIGGER after_delete_adoption |
CREATE TRIGGER after_delete_adoption AFTER DELETE
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    UPDATE Animal
    SET disponible = TRUE
    WHERE id = OLD.animal_id;

    UPDATE VM_Revenus_annee_espece
    SET somme = somme - OLD.prix, nb = nb - 1
    WHERE annee = YEAR(OLD.date_reservation)
    AND espece_id = (SELECT espece_id FROM Animal WHERE id = OLD.animal_id);

    DELETE FROM VM_Revenus_annee_espece
    WHERE nb = 0;
END |

DELIMITER ;
```

Gain de performance

Tables vs vue vs vue matérialisée

On va tester les performances des vues et des vues matérialisées en créant trois procédures stockées différentes, répondant à la même question : quelle est l'année ayant rapporté le plus en termes d'adoption de chats ?
Les trois procédures utiliseront des objets différents :

- l'une fera la requête directement sur les tables ;
- l'autre fera la requête sur la vue ;
- la dernière utilisera la vue matérialisée.

Nos tables contenant très peu de données, la requête sera répétée un millier de fois, afin que les temps d'exécution soient utilisables.

Empêcher MySQL d'utiliser le cache

Lorsqu'on exécute la même requête plusieurs fois de suite, MySQL ne l'exécute en réalité qu'une seule fois, et stocke le résultat en cache. Toutes les fois suivantes, MySQL ressort simplement ce qu'il a en cache, ce qui ne prend quasiment rien comme temps.
Pour faire des tests de performance, cela pose évidemment problème, puisque cela fausse le temps d'exécution. Heureusement, il existe une clause spéciale, qui permet d'empêcher MySQL de stocker le résultat de la requête en cache : `SQL_NO_CACHE`.

Les trois procédures

Sur les tables

On utilise `SELECT... INTO` afin de stocker les résultats dans des variables, plutôt que de les afficher mille fois.

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE test_perf_table()
BEGIN
    DECLARE v_max INT DEFAULT 1000;
    DECLARE v_i INT DEFAULT 0;
    DECLARE v_nb INT;
    DECLARE v_somme DECIMAL(15,2);
    DECLARE v_annee CHAR(4);

    boucle: LOOP
        IF v_i = v_max THEN LEAVE boucle; END IF;          -- Condition d'arrêt
de la boucle

        SELECT SQL_NO_CACHE YEAR(date_reservation) AS annee,
                            SUM(Adoption.prix) AS somme,
                            COUNT(Adoption.animal_id) AS nb
               INTO v_annee, v_somme, v_nb
        FROM Adoption
        INNER JOIN Animal ON Animal.id = Adoption.animal_id
        INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
        WHERE Espece.id = 2
        GROUP BY annee
        ORDER BY somme DESC
        LIMIT 1;

        SET v_i = v_i + 1;
    END LOOP;

END |
DELIMITER ;
```

Sur la vue

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE test_perf_vue()
BEGIN
    DECLARE v_max INT DEFAULT 1000;
    DECLARE v_i INT DEFAULT 0;
    DECLARE v_nb INT;
    DECLARE v_somme DECIMAL(15,2);
    DECLARE v_annee CHAR(4);

    boucle: LOOP
        IF v_i = v_max THEN LEAVE boucle; END IF;

        SELECT SQL_NO_CACHE annee, somme, nb
               INTO v_annee, v_somme, v_nb

        FROM V_Revenus_annee_espece
        WHERE espece_id = 2
        ORDER BY somme DESC
        LIMIT 1;
```

```
        SET v_i = v_i + 1;
    END LOOP;

END |
DELIMITER ;
```

Sur la vue matérialisée

```
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE test_perf_vm()
BEGIN
    DECLARE v_max INT DEFAULT 1000;
    DECLARE v_i INT DEFAULT 0;
    DECLARE v_nb INT;
    DECLARE v_somme DECIMAL(15,2);
    DECLARE v_annee CHAR(4);

    boucle: LOOP
        IF v_i = v_max THEN LEAVE boucle; END IF;

        SELECT SQL_NO_CACHE annee, somme, nb
               INTO v_annee, v_somme, v_nb

        FROM VM_Revenus_annee_espece
        WHERE espece_id = 2
        ORDER BY somme DESC
        LIMIT 1;

        SET v_i = v_i + 1;
    END LOOP;

END |
DELIMITER ;
```

Le test

Il n'y a plus maintenant qu'à exécuter les trois procédures pour voir leur temps d'exécution.

```
CALL test_perf_table();
CALL test_perf_vue();
CALL test_perf_vm();
```

```
mysql> CALL test_perf_table();
Query OK, 1 row affected (0.27 sec)

mysql> CALL test_perf_vue();
```

```
Query OK, 1 row affected (0.29 sec)

mysql> CALL test_perf_vm();
Query OK, 1 row affected (0.06 sec)
```

Le temps d'exécution semble équivalent pour la requête faite sur les tables directement, et sur la vue. Par contre, on a un gros gain de performance avec la requête sur la vue matérialisée.
Voici les moyennes et écarts-types des temps d'exécution des trois procédures, pour 20 exécutions :

	Sur tables	Sur vue	Sur vue matérialisée
Moyenne	0,266 s	0,2915 s	0,058
Écart-type	0,00503	0,00366	0,00410

La requête sur la vue est donc bien légèrement plus lente que la requête faite directement sur les tables. Mais le résultat le plus intéressant est bien celui obtenu avec la vue matérialisée : 5 fois plus rapide que la requête sur la vue !
Par ailleurs, on peut maintenant ajouter des clés et des index à *VM_Revenus_annee_especes* pour accélérer encore les requêtes. Ici, le nombre réduit de lignes fait que l'effet ne sera pas perceptible, mais sur des tables plus fournies, ça vaut la peine !

```
ALTER TABLE VM_Revenus_annee_espece ADD INDEX (somme);
```

Conclusion

Nos tables contiennent très peu de données, par rapport à la réalité. Les applications moyennes classiques exploitent des bases de données dont les tables peuvent compter des centaines de milliers, voire des millions de lignes. Le gain de performance permis par les vues matérialisées, et les index, sera encore plus visible sur de telles bases.
Cependant, **toutes les vues ne sont pas intéressantes à matérialiser**. De manière générale, une vue contenant des fonctions d'agrégation, des regroupements, et qui donc devra utiliser l'algorithme `TEMPTABLE`, est une bonne candidate.

Mais il faut également prendre en compte le coût de la mise à jour de la vue matérialisée.
S'il s'agit d'une vue qui doit être constamment à jour, et qui utiliserait donc des triggers, il ne sera sans doute pas intéressant de la matérialiser si les données sur laquelle elle s'appuie sont souvent modifiées, car **le gain de performance pour les requêtes de sélection sur la vue ne compenserait pas le coût des mises à jour de celle-ci**.
Par ailleurs, **certaines vues ne nécessitent pas qu'on leur consacre une table entière**. Ainsi, la vue *V_Nombre_espece* peut être matérialisée simplement en ajoutant une colonne à la table *Espece*. Cette colonne peut alors être tenue à jour avec des triggers sur *Animal* (comme on le fait avec la colonne *Animal.disponible*).
Comme souvent, il faut donc bien choisir au cas par cas, peser le pour et le contre et réfléchir à toutes les implications quant au choix des vues à matérialiser.

En résumé

- Une vue matérialisée est un objet qui stocke le résultat d'une requête `SELECT`, c'est donc la matérialisation d'une vue.
- MySQL n'implémente pas les vues matérialisées, contrairement à certains SGBD.
- On utilise de simples tables comme vues matérialisées, que l'on met à jour grâce à une procédure stockée, ou à des triggers.
- Les vues matérialisées peuvent permettre de substantiels gains de performance.

Septième partie

Gestion des utilisateurs et configuration du serveur

Chapitre 38

Gestion des utilisateurs

À plusieurs reprises dans ce cours, j'ai mentionné la possibilité de créer des utilisateurs, et de leur permettre de faire certaines actions. Le moment est venu de découvrir comment faire.
Au sommaire :

- création, modification et suppression d'utilisateurs ;
- explication des privilèges et options des utilisateurs ;
- attribution et révocation de privilèges aux utilisateurs.

Etat actuel de la base de données

Note : les tables de test, les vues de test et les procédures stockées ne sont pas reprises.

```
SET NAMES utf8;
```

```
DROP VIEW IF EXISTS V_Animal_details;
DROP VIEW IF EXISTS V_Animal_espece;
DROP VIEW IF EXISTS V_Animal_stagiaire;
DROP VIEW IF EXISTS V_Chien;
DROP VIEW IF EXISTS V_Chien_race;
DROP VIEW IF EXISTS V_Client;
DROP VIEW IF EXISTS V_Espece_dollars;
DROP VIEW IF EXISTS V_Nombre_espece;
DROP VIEW IF EXISTS V_Revenus_annee_espece;

DROP TABLE IF EXISTS Erreur;
DROP TABLE IF EXISTS Animal_histo;
DROP TABLE IF EXISTS VM_Revenus_annee_espece;

DROP TABLE IF EXISTS Adoption;
DROP TABLE IF EXISTS Animal;
DROP TABLE IF EXISTS Race;
DROP TABLE IF EXISTS Espece;
DROP TABLE IF EXISTS Client;

CREATE TABLE Client (
  id smallint(5) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  nom varchar(100) NOT NULL,
  prenom varchar(60) NOT NULL,
  adresse varchar(200) DEFAULT NULL,
  code_postal varchar(6) DEFAULT NULL,
  ville varchar(60) DEFAULT NULL,
  pays varchar(60) DEFAULT NULL,
  email varbinary(100) DEFAULT NULL,
  date_naissance date DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (id),
  UNIQUE KEY ind_uni_email (email)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=17;

LOCK TABLES Client WRITE;
INSERT INTO Client VALUES (1,'Dupont','Jean','Rue du Centre,
5','45810','Houtsiplou','France','jean.dupont@email.com',NULL),
(2,'Boudur','Marie','Place de la Gare,
2','35840','Troudumonde','France','marie.boudur@email.com',NULL),
(3,'Trachon','Fleur','Rue haute,
54b','3250','Belville','Belgique','fleurtrachon@email.com',NULL),
(4,'Van Piperseel','Julien',NULL,NULL,NULL,NULL,'jeanvp@email.com',NULL),
(5,'Nouvel','Johan',NULL,NULL,NULL,'Suisse','johanetpirlouit@email.com',NULL),
(6,'Germain','Frank',NULL,NULL,NULL,NULL,'francoisgermain@email.com',NULL),
(7,'Antoine','Maximilien','Rue Moineau,
123','4580','Trocoul','Belgique','max.antoine@email.com',NULL),(8,'Di
Paolo','Hector',NULL,NULL,NULL,'Suisse','hectordipao@email.com',NULL),
(9,'Corduro','Anaelle',NULL,NULL,NULL,NULL,'ana.corduro@email.com',NULL),
(10,'Faluche','Eline','Avenue circulaire,
7','45870','Garduche','France','elinefaluche@email.com',NULL),
(11,'Penni','Carine','Boulevard Haussman,
85','1514','Plasse','Suisse','cpenni@email.com',NULL),
(12,'Broussaille','Virginie','Rue du Fleuve,
18','45810','Houtsiplou','France','vibrousaille@email.com',NULL),
(13,'Durant','Hannah','Rue des Pendus,
66','1514','Plasse','Suisse','hhdurant@email.com',NULL),
(14,'Delfour','Elodie','Rue de Flore,
1','3250','Belville','Belgique','e.delfour@email.com',NULL),
(15,'Kestau','Joel',NULL,NULL,NULL,NULL,'joel.kestau@email.com',NULL);
UNLOCK TABLES;
```

```sql
CREATE TABLE Espece (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  nom_courant varchar(40) NOT NULL,
  nom_latin varchar(40) NOT NULL,
  description text,
  prix decimal(7,2) unsigned DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (id),
  UNIQUE KEY nom_latin (nom_latin)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=8;

LOCK TABLES Espece WRITE;
INSERT INTO Espece VALUES (1,'Chien','Canis canis','Bestiole à quatre pattes
qui aime les caresses et tire souvent la langue',200.00),(2,'Chat','Felis
silvestris','Bestiole à quatre pattes qui saute très haut et grimpe aux
arbres',150.00),
(3,'Tortue d''Hermann','Testudo hermanni','Bestiole avec une carapace très
dure',140.00),
(4,'Perroquet amazone','Alipiopsitta xanthops','Joli oiseau parleur vert et
jaune',700.00),(5,'Rat brun','Rattus norvegicus','Petite bestiole avec de
longues moustaches et une longue queue sans poils',10.00),(6,'Perruche
terrestre','Pezoporus wallicus','Joli oiseau aux plumes majoritairement vert
brillant',20.00);
UNLOCK TABLES;


CREATE TABLE Race (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  nom varchar(40) NOT NULL,
  espece_id smallint(6) unsigned NOT NULL,
  description text,
  prix decimal(7,2) unsigned DEFAULT NULL,
  date_insertion datetime DEFAULT NULL,
  utilisateur_insertion varchar(20) DEFAULT NULL,
  date_modification datetime DEFAULT NULL,
  utilisateur_modification varchar(20) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (id)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=11;

LOCK TABLES Race WRITE;
INSERT INTO Race VALUES (1,'Berger allemand',1,'Chien sportif et élégant au
pelage dense, noir-marron-fauve, noir ou gris.',485.00,'2012-05-21
00:53:36','Test','2012-05-21 00:53:36','Test'),(2,'Berger blanc
suisse',1,'Petit chien au corps compact, avec des pattes courtes mais bien
proportionnées et au pelage tricolore ou bicolore.',935.00,'2012-05-21
00:53:36','Test','2012-05-21 00:53:36','Test'),
(3,'Singapura',2,'Chat de petite taille aux grands yeux en
amandes.',985.00,'2012-05-21 00:53:36','Test','2012-05-21 00:53:36','Test'),
(4,'Bleu russe',2,'Chat aux yeux verts et à la robe épaisse et
argentée.',835.00,'2012-05-21 00:53:36','Test','2012-05-21 00:53:36','Test'),
(5,'Maine Coon',2,'Chat de grande taille, à poils mi-longs.',735.00,'2012-05-21
00:53:36','Test','2012-05-27 18:10:46','sdz@localhost'),(7,'Sphynx',2,'Chat
sans poils.',1235.00,'2012-05-21 00:53:36','Test','2012-05-21
00:53:36','Test'),
(8,'Nebelung',2,'Chat bleu russe, mais avec des poils
longs...',985.00,'2012-05-21 00:53:36','Test','2012-05-21 00:53:36','Test'),
(9,'Rottweiller',1,'Chien d''apparence solide, bien musclé, à la robe noire
avec des taches feu bien délimitées.',630.00,'2012-05-21
00:53:36','Test','2012-05-22 00:54:13','sdz@localhost'),(10,'Yorkshire
terrier',1,'Chien de petite taille au pelage long et soyeux de couleur bleu et
feu.',700.00,'2012-05-22 00:58:25','sdz@localhost','2012-05-22
00:58:25','sdz@localhost');
UNLOCK TABLES;
```

```
CREATE TABLE Animal (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  sexe char(1) DEFAULT NULL,
  date_naissance datetime NOT NULL,
  nom varchar(30) DEFAULT NULL,
  commentaires text,
  espece_id smallint(6) unsigned NOT NULL,
  race_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  mere_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  pere_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  disponible tinyint(1) DEFAULT '1',
  PRIMARY KEY (id),
  UNIQUE KEY ind_uni_nom_espece_id (nom,espece_id)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=81;

LOCK TABLES Animal WRITE;
INSERT INTO Animal VALUES (1,'M','2010-04-05 13:43:00','Rox','Mordille
beaucoup',1,1,18,22,1),(2,NULL,'2010-03-24
02:23:00','Roucky',NULL,2,NULL,40,30,1),(3,'F','2010-09-13
15:02:00','Schtroumpfette',NULL,2,4,41,31,0),
(4,'F','2009-08-03 05:12:00',NULL,'Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL,1),(5,NULL,'2010-10-03 16:44:00','Choupi','Né sans
oreille gauche',2,NULL,NULL,NULL,0),(6,'F','2009-06-13
08:17:00','Bobosse','Carapace bizarre',3,NULL,NULL,NULL,1),
(7,'F','2008-12-06 05:18:00','Caroline',NULL,1,2,NULL,NULL,1),
(8,'M','2008-09-11 15:38:00','Bagherra',NULL,2,5,NULL,NULL,0),
(9,NULL,'2010-08-23 05:18:00',NULL,'Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL,1),
(10,'M','2010-07-21 15:41:00','Bobo','Petit pour son âge',1,NULL,7,21,1),
(11,'F','2008-02-20 15:45:00','Canaille',NULL,1,NULL,NULL,NULL,1),
(12,'F','2009-05-26 08:54:00','Cali',NULL,1,2,NULL,NULL,1),
(13,'F','2007-04-24 12:54:00','Rouquine',NULL,1,1,NULL,NULL,1),
(14,'F','2009-05-26 08:56:00','Fila',NULL,1,2,NULL,NULL,1),(15,'F','2008-02-20
15:47:00','Anya',NULL,1,NULL,NULL,NULL,0),
(16,'F','2009-05-26 08:50:00','Louya',NULL,1,NULL,NULL,NULL,0),
(17,'F','2008-03-10 13:45:00','Welva',NULL,1,NULL,NULL,NULL,1),
(18,'F','2007-04-24 12:59:00','Zira',NULL,1,1,NULL,NULL,0),
(19,'F','2009-05-26 09:02:00','Java',NULL,2,4,NULL,NULL,1),(20,NULL,'2007-04-24
12:45:00','Balou',NULL,1,1,NULL,NULL,1),(21,'F','2008-03-10
13:43:00','Pataude','Rhume chronique',1,NULL,NULL,NULL,0),
(22,'M','2007-04-24 12:42:00','Bouli',NULL,1,1,NULL,NULL,1),(24,'M','2007-04-12
05:23:00','Cartouche',NULL,1,NULL,NULL,NULL,1),(25,'M','2006-05-14
15:50:00','Zambo',NULL,1,1,NULL,NULL,1),
(26,'M','2006-05-14 15:48:00','Samba',NULL,1,1,NULL,NULL,0),(27,'M','2008-03-10
13:40:00','Moka',NULL,1,NULL,NULL,NULL,0),(28,'M','2006-05-14
15:40:00','Pilou',NULL,1,1,NULL,NULL,1),
(29,'M','2009-05-14 06:30:00','Fiero',NULL,2,3,NULL,NULL,1),(30,'M','2007-03-12
12:05:00','Zonko',NULL,2,5,NULL,NULL,0),(31,'M','2008-02-20
15:45:00','Filou',NULL,2,4,NULL,NULL,1),
(32,'M','2009-07-26 11:52:00','Spoutnik',NULL,3,NULL,52,NULL,0),
(33,'M','2006-05-19 16:17:00','Caribou',NULL,2,4,NULL,NULL,1),
(34,'M','2008-04-20 03:22:00','Capou',NULL,2,5,NULL,NULL,1),
(35,'M','2006-05-19 16:56:00','Raccou','Pas de queue depuis la
naissance',2,4,NULL,NULL,1),(36,'M','2009-05-14
06:42:00','Boucan',NULL,2,3,NULL,NULL,1),(37,'F','2006-05-19
16:06:00','Callune',NULL,2,8,NULL,NULL,1),
(38,'F','2009-05-14 06:45:00','Boule',NULL,2,3,NULL,NULL,0),(39,'F','2008-04-20
03:26:00','Zara',NULL,2,5,NULL,NULL,0),(40,'F','2007-03-12
12:00:00','Milla',NULL,2,5,NULL,NULL,0),
(41,'F','2006-05-19 15:59:00','Feta',NULL,2,4,NULL,NULL,0),(42,'F','2008-04-20
03:20:00','Bilba','Sourde de l''oreille droite à 80%',2,5,NULL,NULL,0),
(43,'F','2007-03-12 11:54:00','Cracotte',NULL,2,5,NULL,NULL,1),
```

```
(44,'F','2006-05-19 16:16:00','Cawette',NULL,2,8,NULL,NULL,1),
(45,'F','2007-04-01 18:17:00','Nikki','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL,1),(46,'F','2009-03-24 08:23:00','Tortilla','Bestiole
avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL,1),
(48,'F','2006-03-15 14:56:00','Lulla','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL,1),(49,'F','2008-03-15 12:02:00','Dana','Bestiole avec
une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL,0),(50,'F','2009-05-25
19:57:00','Cheli','Bestiole avec une carapace très dure',3,NULL,NULL,NULL,1),
(51,'F','2007-04-01 03:54:00','Chicaca','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL,1),(52,'F','2006-03-15
14:26:00','Redbul','Insomniaque',3,NULL,NULL,NULL,1),
(54,'M','2008-03-16 08:20:00','Bubulle','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL,1),
(55,'M','2008-03-15 18:45:00','Relou','Surpoids',3,NULL,NULL,NULL,0),
(56,'M','2009-05-25 18:54:00','Bulbizard','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL,1),
(57,'M','2007-03-04 19:36:00','Safran','Coco veut un gâteau
!',4,NULL,NULL,NULL,0),
(58,'M','2008-02-20 02:50:00','Gingko','Coco veut un gâteau
!',4,NULL,NULL,NULL,0),(59,'M','2009-03-26 08:28:00','Bavard','Coco veut un
gâteau !',4,NULL,NULL,NULL,0),
(60,'F','2009-03-26 07:55:00','Parlotte','Coco veut un gâteau
!',4,NULL,NULL,NULL,1),(61,'M','2010-11-09
00:00:00','Yoda',NULL,2,5,NULL,NULL,1),(62,'M','2010-11-05
00:00:00','Pipo',NULL,1,9,NULL,NULL,0),
(69,'F','2012-02-13 15:45:00','Baba',NULL,5,NULL,NULL,NULL,0),
(70,'M','2012-02-13 15:48:00','Bibo','Agressif',5,NULL,72,73,1),
(72,'F','2008-02-01 02:25:00','Momy',NULL,5,NULL,NULL,NULL,1),
(73,'M','2007-03-11 12:45:00','Popi',NULL,5,NULL,NULL,NULL,1),
(75,'F','2007-03-12 22:03:00','Mimi',NULL,5,NULL,NULL,NULL,0),
(76,'M','2012-03-12 00:00:00','Rocco',NULL,1,9,NULL,NULL,1),
(77,'F','2011-09-21 15:14:00','Bambi',NULL,2,NULL,NULL,NULL,1),
(78,'M','2012-02-28 03:05:00','Pumba','Prématuré, à
surveiller',1,9,NULL,NULL,1),(79,'M','2011-05-24
23:51:00','Lion',NULL,2,5,NULL,NULL,1);
UNLOCK TABLES;


CREATE TABLE Adoption (
  client_id smallint(5) unsigned NOT NULL,
  animal_id smallint(5) unsigned NOT NULL,
  date_reservation date NOT NULL,
  date_adoption date DEFAULT NULL,
  prix decimal(7,2) unsigned NOT NULL,
  paye tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',
  PRIMARY KEY (client_id,animal_id),
  UNIQUE KEY ind_uni_animal_id (animal_id)
) ENGINE=InnoDB;

LOCK TABLES Adoption WRITE;
INSERT INTO Adoption VALUES (1,8,'2012-05-21',NULL,735.00,1),
(1,39,'2008-08-17','2008-08-17',735.00,1),
(1,40,'2008-08-17','2008-08-17',735.00,1),
(2,3,'2011-03-12','2011-03-12',835.00,1),
(2,18,'2008-06-04','2008-06-04',485.00,1),
(3,27,'2009-11-17','2009-11-17',200.00,1),
(4,26,'2007-02-21','2007-02-21',485.00,1),
(4,41,'2007-02-21','2007-02-21',835.00,1),
(5,21,'2009-03-08','2009-03-08',200.00,1),
(6,16,'2010-01-27','2010-01-27',200.00,1),
(7,5,'2011-04-05','2011-04-05',150.00,1),
(8,42,'2008-08-16','2008-08-16',735.00,1),
(9,38,'2007-02-11','2007-02-11',985.00,1),
```

```
(9,55,'2011-02-13','2011-02-13',140.00,1),(9,59,'2012-05-22',NULL,700.00,0),
(10,49,'2010-08-17','2010-08-17',140.00,0),
(11,32,'2008-08-17','2010-03-09',140.00,1),
(11,62,'2011-03-01','2011-03-01',630.00,0),
(12,15,'2012-05-22',NULL,200.00,1),(12,69,'2007-09-20','2007-09-20',10.00,1),
(12,75,'2012-05-21',NULL,10.00,0),
(13,57,'2012-01-10','2012-01-10',700.00,1),
(14,58,'2012-02-25','2012-02-25',700.00,1),
(15,30,'2008-08-17','2008-08-17',735.00,1);
UNLOCK TABLES;


CREATE TABLE VM_Revenus_annee_espece (
  annee int(4) NOT NULL DEFAULT '0',
  espece_id smallint(6) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',
  somme decimal(29,2) DEFAULT NULL,
  nb bigint(21) NOT NULL DEFAULT '0',
  PRIMARY KEY (annee,espece_id),
  KEY somme (somme)
) ENGINE=InnoDB;

LOCK TABLES VM_Revenus_annee_espece WRITE;
INSERT INTO VM_Revenus_annee_espece VALUES (2007,1,485.00,1),
(2007,2,1820.00,2),(2007,5,10.00,1),(2008,1,485.00,1),(2008,2,2940.00,4),
(2008,3,140.00,1),(2009,1,400.00,2),(2010,1,200.00,1),(2010,3,140.00,1),
(2011,1,630.00,1),
(2011,2,985.00,2),(2011,3,140.00,1),(2012,1,200.00,1),(2012,2,735.00,1),
(2012,4,2100.00,3),(2012,5,10.00,1);
UNLOCK TABLES;


CREATE TABLE Animal_histo (
  id smallint(6) unsigned NOT NULL,
  sexe char(1) DEFAULT NULL,
  date_naissance datetime NOT NULL,
  nom varchar(30) DEFAULT NULL,
  commentaires text,
  espece_id smallint(6) unsigned NOT NULL,
  race_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  mere_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  pere_id smallint(6) unsigned DEFAULT NULL,
  disponible tinyint(1) DEFAULT '1',
  date_histo datetime NOT NULL,
  utilisateur_histo varchar(20) NOT NULL,
  evenement_histo char(6) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (id,date_histo)
) ENGINE=InnoDB;

LOCK TABLES Animal_histo WRITE;
INSERT INTO Animal_histo VALUES (10,'M','2010-07-21
15:41:00','Bobo',NULL,1,NULL,7,21,1,'2012-05-22
01:00:34','sdz@localhost','UPDATE'),(19,'F','2009-05-26
09:02:00','Java',NULL,1,2,NULL,NULL,1,'2012-05-27
18:14:29','sdz@localhost','UPDATE'),(21,'F','2008-03-10
13:43:00','Pataude',NULL,1,NULL,NULL,NULL,0,'2012-05-27
18:10:40','sdz@localhost','UPDATE'),
(47,'F','2009-03-26 01:24:00','Scroupy','Bestiole avec une carapace très
dure',3,NULL,NULL,NULL,1,'2012-05-22 01:00:34','sdz@localhost','DELETE'),
(77,'F','0000-00-00 00:00:00','Toxi',NULL,1,NULL,NULL,NULL,1,'2012-05-27
18:12:38','sdz@localhost','DELETE');
UNLOCK TABLES;
```

```sql
CREATE TABLE Erreur (
  id tinyint(3) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  erreur varchar(255) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (id),
  UNIQUE KEY erreur (erreur)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=8;

LOCK TABLES Erreur WRITE;
INSERT INTO Erreur VALUES (5,'Erreur : date_adoption doit être >= à
date_reservation.'),(3,'Erreur : paye doit valoir TRUE (1) ou FALSE (0).'),
(1,'Erreur : sexe doit valoir \"M\", \"F\" ou NULL.');
UNLOCK TABLES;


ALTER TABLE Race ADD CONSTRAINT fk_race_espece_id FOREIGN KEY (espece_id)
REFERENCES Espece (id);
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_espece_id FOREIGN KEY (espece_id)
REFERENCES Espece (id);
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_mere_id FOREIGN KEY (mere_id) REFERENCES
Animal (id);
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_pere_id FOREIGN KEY (pere_id) REFERENCES
Animal (id);
ALTER TABLE Animal ADD CONSTRAINT fk_race_id FOREIGN KEY (race_id) REFERENCES
Race (id);
ALTER TABLE Adoption ADD CONSTRAINT fk_adoption_animal_id FOREIGN KEY
(animal_id) REFERENCES Animal (id);
ALTER TABLE Adoption ADD CONSTRAINT fk_client_id FOREIGN KEY (client_id)
REFERENCES Client (id);
ALTER TABLE VM_Revenus_annee_espece ADD CONSTRAINT fk_vm_revenu_espece_id
FOREIGN KEY (espece_id) REFERENCES Espece (id) ON DELETE CASCADE;


DELIMITER |

CREATE TRIGGER before_insert_adoption BEFORE INSERT
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    IF NEW.paye != TRUE
    AND NEW.paye != FALSE
      THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : paye doit valoir TRUE (1)
ou FALSE (0).');

    ELSEIF NEW.date_adoption < NEW.date_reservation THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : date_adoption doit être
>= à date_reservation.');
    END IF;
END |

CREATE TRIGGER after_insert_adoption AFTER INSERT
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    UPDATE Animal
    SET disponible = FALSE
    WHERE id = NEW.animal_id;

    INSERT INTO VM_Revenus_annee_espece (espece_id, annee, somme, nb)
    SELECT espece_id, YEAR(NEW.date_reservation), NEW.prix, 1
    FROM Animal
    WHERE id = NEW.animal_id
    ON DUPLICATE KEY UPDATE somme = somme + NEW.prix, nb = nb + 1;
END |
```

```
CREATE TRIGGER before_update_adoption BEFORE UPDATE
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    IF NEW.paye != TRUE
    AND NEW.paye != FALSE
      THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : paye doit valoir TRUE (1)
ou FALSE (0).');

    ELSEIF NEW.date_adoption < NEW.date_reservation THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : date_adoption doit être
>= à date_reservation.');
    END IF;
END |

CREATE TRIGGER after_update_adoption AFTER UPDATE
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    IF OLD.animal_id <> NEW.animal_id THEN
        UPDATE Animal
        SET disponible = TRUE
        WHERE id = OLD.animal_id;

        UPDATE Animal
        SET disponible = FALSE
        WHERE id = NEW.animal_id;
    END IF;

    INSERT INTO VM_Revenus_annee_espece (espece_id, annee, somme, nb)
    SELECT espece_id, YEAR(NEW.date_reservation), NEW.prix, 1
    FROM Animal
    WHERE id = NEW.animal_id
    ON DUPLICATE KEY UPDATE somme = somme + NEW.prix, nb = nb + 1;

    UPDATE VM_Revenus_annee_espece
    SET somme = somme - OLD.prix, nb = nb - 1
    WHERE annee = YEAR(OLD.date_reservation)
    AND espece_id = (SELECT espece_id FROM Animal WHERE id = OLD.animal_id);

    DELETE FROM VM_Revenus_annee_espece
    WHERE nb = 0;
END |

CREATE TRIGGER after_delete_adoption AFTER DELETE
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    UPDATE Animal
    SET disponible = TRUE
    WHERE id = OLD.animal_id;

    UPDATE VM_Revenus_annee_espece
    SET somme = somme - OLD.prix, nb = nb - 1
    WHERE annee = YEAR(OLD.date_reservation)
    AND espece_id = (SELECT espece_id FROM Animal WHERE id = OLD.animal_id);

    DELETE FROM VM_Revenus_annee_espece
    WHERE nb = 0;
END |

CREATE TRIGGER before_insert_animal BEFORE INSERT
ON Animal FOR EACH ROW
BEGIN
    IF NEW.sexe IS NOT NULL
```

```
    AND NEW.sexe != 'M'
    AND NEW.sexe != 'F'
      THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : sexe doit valoir "M", "F"
ou NULL.');
    END IF;
END |

CREATE TRIGGER before_update_animal BEFORE UPDATE
ON Animal FOR EACH ROW
BEGIN
    IF NEW.sexe IS NOT NULL
    AND NEW.sexe != 'M'
    AND NEW.sexe != 'F'
      THEN
        SET NEW.sexe = NULL;
    END IF;
END |

CREATE TRIGGER after_update_animal AFTER UPDATE
ON Animal FOR EACH ROW
BEGIN
    INSERT INTO Animal_histo (
        id, sexe, date_naissance, nom, commentaires, espece_id, race_id,
        mere_id, pere_id, disponible, date_histo, utilisateur_histo,
evenement_histo)
    VALUES (
        OLD.id, OLD.sexe, OLD.date_naissance, OLD.nom, OLD.commentaires,
OLD.espece_id, OLD.race_id,
        OLD.mere_id, OLD.pere_id, OLD.disponible, NOW(), CURRENT_USER(),
'UPDATE');
END |

CREATE TRIGGER after_delete_animal AFTER DELETE
ON Animal FOR EACH ROW
BEGIN
    INSERT INTO Animal_histo (
        id, sexe, date_naissance, nom, commentaires, espece_id, race_id,
        mere_id,  pere_id, disponible, date_histo, utilisateur_histo,
evenement_histo)
    VALUES (
        OLD.id, OLD.sexe, OLD.date_naissance, OLD.nom, OLD.commentaires,
OLD.espece_id, OLD.race_id,
        OLD.mere_id, OLD.pere_id, OLD.disponible, NOW(), CURRENT_USER(),
'DELETE');
END |

CREATE TRIGGER before_delete_espece BEFORE DELETE
ON Espece FOR EACH ROW
BEGIN
    DELETE FROM Race
    WHERE espece_id = OLD.id;
END |

CREATE TRIGGER before_insert_race BEFORE INSERT
ON Race FOR EACH ROW
BEGIN
    SET NEW.date_insertion = NOW();
    SET NEW.utilisateur_insertion = CURRENT_USER();
    SET NEW.date_modification = NOW();
    SET NEW.utilisateur_modification = CURRENT_USER();
END |
```

```sql
CREATE TRIGGER before_update_race BEFORE UPDATE
ON Race FOR EACH ROW
BEGIN
    SET NEW.date_modification = NOW();
    SET NEW.utilisateur_modification = CURRENT_USER();
END |

CREATE TRIGGER before_delete_race BEFORE DELETE
ON Race FOR EACH ROW
BEGIN
    UPDATE Animal
    SET race_id = NULL
    WHERE race_id = OLD.id;
END |

DELIMITER ;

CREATE VIEW V_Animal_details AS
select
Animal.id,Animal.sexe,Animal.date_naissance,Animal.nom,Animal.commentaires,Animal.espec
    Animal.mere_id,Animal.pere_id,Animal.disponible,Espece.nom_courant AS
espece_nom,Race.nom AS race_nom
from Animal
join Espece on Animal.espece_id = Espece.id
left join Race on Animal.race_id = Race.id;

CREATE VIEW V_Animal_espece AS
select
Animal.id,Animal.sexe,Animal.date_naissance,Animal.nom,Animal.commentaires,Animal.espec
    Animal.mere_id,Animal.pere_id,Animal.disponible,Espece.nom_courant AS
espece_nom,Espece.nom_latin AS espece_nom_latin
from Animal
join Espece on Espece.id = Animal.espece_id;

CREATE VIEW V_Animal_stagiaire AS
select
Animal.id,Animal.nom,Animal.sexe,Animal.date_naissance,Animal.espece_id,Animal.race_id,

from Animal
where Animal.espece_id = 2
WITH CASCADED CHECK OPTION;

CREATE VIEW V_Chien AS
select
Animal.id,Animal.sexe,Animal.date_naissance,Animal.nom,Animal.commentaires,Animal.espec

from Animal
where Animal.espece_id = 1;

CREATE VIEW V_Chien_race AS
select
V_Chien.id,V_Chien.sexe,V_Chien.date_naissance,V_Chien.nom,V_Chien.commentaires,V_Chien

from V_Chien
where V_Chien.race_id is not null
WITH CASCADED CHECK OPTION;

CREATE VIEW V_Client AS
select
Client.id,Client.nom,Client.prenom,Client.adresse,Client.code_postal,Client.ville,Clien

from Client;
```

```sql
CREATE VIEW V_Espece_dollars AS
select
Espece.id,Espece.nom_courant,Espece.nom_latin,Espece.description,round((Espece.prix
* 1.30813),2) AS prix_dollars
from Espece;

CREATE VIEW V_Nombre_espece AS
select Espece.id,count(Animal.id) AS nb
from Espece
left join Animal on Animal.espece_id = Espece.id
group by Espece.id;

CREATE VIEW V_Revenus_annee_espece AS
select year(Adoption.date_reservation) AS annee,Espece.id AS
espece_id,sum(Adoption.prix) AS somme,count(Adoption.animal_id) AS nb
from Adoption
join Animal on Animal.id = Adoption.animal_id
join Espece on Animal.espece_id = Espece.id
group by year(Adoption.date_reservation),Espece.id;
```

Introduction

Pendant ce cours, nous avons créé une base de données : *elevage*. Vous avez peut-être créé également d'autres bases de données pour vos tests et projets personnels.
Mais ce ne sont pas les seules bases de données existant sur votre serveur MySQL. Connectez-vous avec l'utilisateur "root" (sinon certaines bases de données vous seront cachées) et exécutez la requête suivante :

```sql
SHOW DATABASES;
```

Database
information_schema
elevage
mysql
performance_schema
test

La base *elevage* est bien là, en compagnie de quelques autres :

- *information_schema* : cette base de données stocke les informations sur toutes les bases de données. Les tables, les colonnes, le type des colonnes, les procédures des bases de données y sont recensées, avec leurs caractéristiques. Nous

verrons cette base de données plus en détail dans le prochain chapitre.
- *performance_schema* : permet de stocker des informations sur les actions effectuées sur le serveur (temps d'exécution, temps d'attente dus aux verrous, etc.)
- *test* : il s'agit d'une base de test automatiquement créée. Si vous ne l'avez pas utilisée, elle ne contient rien.
- *mysql* : qui contient de nombreuses informations sur le serveur. Entre autres, c'est dans cette base que sont stockés **les utilisateurs et leurs privilèges**.

Les utilisateurs et leurs privilèges

Privilèges des utilisateurs

Lorsque l'on se connecte à MySQL, on le fait avec un utilisateur. Chaque utilisateur possède une série de privilèges, relatifs aux données stockées sur le serveur : le privilège de sélectionner les données, de les modifier, de créer des objets, etc.
Ces privilèges peuvent exister à plusieurs niveaux : base de données, tables, colonnes, procédures, etc.
Par exemple, au tout début de ce cours, vous avez créé un utilisateur avec la commande suivante :

```
GRANT ALL PRIVILEGES ON elevage.* TO 'sdz'@'localhost' IDENTIFIED BY
'mot_de_passe';
```

Cette requête a créé un utilisateur *'sdz'@'localhost'*, et lui a donné tous les droits sur la base de données *elevage*.

Stockage des utilisateurs et privilèges

Toutes ces informations sont stockées dans la base de données *mysql*.
Les utilisateurs sont stockés dans la table *user*, avec leurs privilèges globaux (c'est-à-dire valables au niveau du serveur, sur toutes les bases de données). La base *mysql* possède par ailleurs quatre tables

permettant de stocker les privilèges des utilisateurs à différents niveaux.

- *db* : privilèges au niveau des bases de données.
- *tables_priv* : privilèges au niveau des tables.
- *columns_priv* : privilèges au niveau des colonnes.
- *proc_priv* : privilèges au niveau des routines (procédures et fonctions stockées).

Modifications

Il est tout à fait possible d'ajouter, modifier et supprimer des utilisateurs en utilisant des requêtes `INSERT`, `UPDATE` ou `DELETE` directement sur la table *mysql.user*. De même pour leurs privilèges, avec les tables *mysql.db*, *mysql.tables_priv*, *mysql.columns_priv* et *mysql.procs_priv*.
Cependant, en général, on utilise plutôt des commandes dédiées à cet usage. Ainsi, pas besoin de se soucier de la structure de ces tables, et le risque d'erreur est moins grand. Ce sont ces commandes que nous allons décortiquer dans la suite de ce chapitre.

Tout comme on peut préciser la table à laquelle appartient une colonne en préfixant le nom de la colonne par le nom de la table : nom_table.nom_colonne, il est possible de préciser à quelle base de données appartient une table : nom_bdd.nom_table, voire même préciser à la fois la table et la base de données dans laquelle se trouve une colonne : nom_bdd.nom_table.nom_colonne.

Création, modification et

suppression des utilisateurs

Création et suppression

On l'a vu, il est possible de créer un utilisateur en lui donnant directement des privilèges, grâce à la commande `GRANT`. Cependant, il existe des commandes dédiées uniquement à la manipulation des utilisateurs. Ce sont ces commandes que nous allons voir maintenant. Nous reparlerons de `GRANT` plus tard.

Syntaxe

Voici les requêtes à utiliser pour créer et supprimer un utilisateur :

```
-- Création
CREATE USER 'login'@'hote' [IDENTIFIED BY 'mot_de_passe'];

-- Suppression
DROP USER 'login'@'hote';
```

Utilisateur

L'utilisateur est donc défini par deux éléments :

- son login ;
- l'hôte à partir duquel il se connecte.

Login

Le login est un simple identifiant. Vous pouvez le choisir comme

vous voulez. Il n'est pas obligatoire de l'entourer de guillemets, sauf s'il contient des caractères spéciaux comme - ou @. C'est cependant conseillé.

Hôte

L'hôte est **l'adresse à partir de laquelle l'utilisateur va se connecter**. Si l'utilisateur se connecte à partir de la machine sur laquelle le serveur MySQL se trouve, on peut utiliser 'localhost'. Sinon, on utilise en général une adresse IP ou un nom de domaine.
Exemples

```
CREATE USER 'max'@'localhost' IDENTIFIED BY 'maxisthebest';
CREATE USER 'elodie'@'194.28.12.4' IDENTIFIED BY 'ginko1';
CREATE USER 'gabriel'@'arb.brab.net' IDENTIFIED BY 'chinypower';
```

Il est également possible de permettre à un utilisateur de se connecter à partir de plusieurs hôtes différents (sans devoir créer un utilisateur par hôte) : en utilisant le joker %, on peut préciser des noms d'hôtes partiels, ou permettre à l'utilisateur de se connecter à partir de n'importe quel hôte.
Exemples

```
-- thibault peut se connecter à partir de n'importe quel hôte dont l'adresse IP commence par 194.28.12.
CREATE USER 'thibault'@'194.28.12.%' IDENTIFIED BY 'basketball8';

-- joelle peut se connecter à partir de n'importe quel hôte du domaine brab.net
CREATE USER 'joelle'@'%.brab.net' IDENTIFIED BY 'singingisfun';

-- hannah peut se connecter à partir de n'importe quel hôte
CREATE USER 'hannah'@'%' IDENTIFIED BY 'looking4sun';
```

Comme pour le login, les guillemets ne sont pas obligatoires, sauf si un caractère spécial est utilisé (comme le joker % par exemple). Notez que si vous ne précisez pas d'hôte, c'est comme si vous autorisiez tous les hôtes. `'hannah'@'%'` est donc équivalent à `'hannah'`.

Les guillemets se placent indépendamment autour du login et autour de l'hôte. N'entourez pas tout par des

guillemets : CREATE USER 'marie@localhost' créera un utilisateur dont le login est 'marie@localhost', autorisé à se connecter à partir de n'importe quel hôte.

Renommer l'utilisateur

Pour modifier l'identifiant d'un utilisateur (login et/ou hôte), on peut utiliser `RENAME USER ancien_utilisateur TO nouvel_utilisateur`.
Exemple : on renomme *max* en *maxime*, en gardant le même hôte.

```
RENAME USER 'max'@'localhost' TO 'maxime'@'localhost';
```

Mot de passe

Le mot de passe de l'utilisateur est donné par la cause `IDENTIFIED BY`. Cette clause n'est pas obligatoire, auquel cas l'utilisateur peut se connecter sans donner de mot de passe. Ce n'est évidemment pas une bonne idée d'un point de vue sécurité. **Évitez au maximum les utilisateurs sans mot de passe**.
Lorsqu'un mot de passe est précisé, il n'est pas stocké tel quel dans la table *mysql.user*. Il est d'abord hashé, et c'est cette valeur hashée qui est stockée.

Modifier le mot de passe

Pour modifier le mot de passe d'un utilisateur, on peut utiliser la commande `SET PASSWORD` (à condition d'avoir les privilèges nécessaires, ou d'être connecté avec l'utilisateur dont on veut changer le mot de passe).
Cependant, cette commande ne hashe pas le mot de passe automatiquement. Il faut donc utiliser la fonction `PASSWORD()`.
Exemple

```
SET PASSWORD FOR 'thibault'@'194.28.12.%' = PASSWORD('basket8');
```

Les privilèges - introduction

Lorsque l'on crée un utilisateur avec **`CREATE USER`**, celui-ci n'a au départ aucun privilège, aucun droit.
En SQL, avoir un privilège, c'est avoir l'autorisation d'effectuer une action sur un objet.
Un utilisateur sans aucun privilège ne peut rien faire d'autre que se connecter. Il n'aura pas accès aux données, ne pourra créer aucun objet (base/table/procédure/autre), ni en utiliser.

Les différents privilèges

Il existe de nombreux privilèges dont voici une sélection des plus utilisés (à l'exception des privilèges particuliers `ALL`, `USAGE` et **`GRANT OPTION`** que nous verrons plus loin).

Privilèges du CRUD

Les privilèges `SELECT`, `INSERT`, `UPDATE` et `DELETE` permettent aux utilisateurs d'utiliser ces mêmes commandes.

Privilèges concernant les tables, les vues et les bases de données

Privilège	Action autorisée
`CREATE TABLE`	Création de tables
`CREATE TEMPORARY TABLE`	Création de tables temporaires
`CREATE VIEW`	Création de vues (il faut également avoir le privilège `SELECT` sur les colonnes sélectionnées par la vue)
`ALTER`	Modification de tables (avec **`ALTER TABLE`**)
`DROP`	Suppression de tables, vues et bases de données

Autres privilèges

Privilège	Action autorisée
`CREATE ROUTINE`	Création de procédures stockées (et de fonctions stockées - non couvert dans ce cours)
`ALTER ROUTINE`	Modification et suppression de procédures stockées (et fonctions stockées)
`EXECUTE`	Exécution de procédures stockées (et fonctions stockées)
`INDEX`	Création et suppression d'index
`TRIGGER`	Création et suppression de triggers
`LOCK TABLES`	Verrouillage de tables (sur lesquelles on a le privilège `SELECT`)
`CREATE USER`	Gestion d'utilisateur (commandes `CREATE USER`, `DROP USER`, `RENAME USER` et `SET PASSWORD`)

Les différents niveaux d'application des privilèges

Lorsque l'on accorde un privilège à un utilisateur, il faut également préciser à quoi s'applique ce privilège.

Niveau	Application du privilège
`*.*`	Privilège global : s'applique à toutes les bases de données, à tous les objets. Un privilège de ce niveau sera stocké dans la table *mysql.user*
`*`	Si aucune base de données n'a été préalablement sélectionnée (avec `USE nom_bdd`), c'est l'équivalent de `*.*` (privilège stocké dans *mysql.user*). Sinon, le privilège s'appliquera à tous les objets de la base de données qu'on utilise (et sera stocké dans la table *mysql.db*)
*nom_bdd.**	Privilège de base de données : s'applique à tous les objets de la base *nom_bdd* (stocké dans *mysql.db*)
nom_bdd.nom_table	Privilège de table (stocké dans *mysql.tables_priv*)
nom_table	Privilège de table : s'applique à la table *nom_table* de la base de données dans

	laquelle on se trouve, sélectionnée au préalable avec `USE nom_bdd` (stocké dans *mysql.tables_priv*)
nom_bdd.nom_routine	S'applique à la procédure (ou fonction) stockée *nom_bdd.nom_routine* (privilège stocké dans *mysql.procs_priv)*.

Les privilèges peuvent aussi être restreints à certaines colonnes, auquel cas, ils seront stockés dans la table *mysql.columns_priv*. Nous verrons comment restreindre un privilège à certaines colonnes avec la commande `GRANT`.

Ajout et révocation de privilèges

Ajout de privilèges

Pour pouvoir ajouter un privilège à un utilisateur, il faut posséder le privilège **`GRANT OPTION`**. Pour l'instant, seul l'utilisateur "root" le possède. Étant donné qu'il s'agit d'un privilège un peu particulier, nous n'en parlerons pas tout de suite. Connectez-vous donc avec "root" pour exécuter les commandes de cette partie.

Syntaxe

La commande pour ajouter des privilèges à un utilisateur est la suivante :

```
GRANT privilege [(liste_colonnes)] [, privilege [(liste_colonnes)], ...]
ON [type_objet] niveau_privilege
TO utilisateur [IDENTIFIED BY mot_de_passe];
```

- `privilege` : le privilège à accorder à l'utilisateur (`SELECT`, **`CREATE VIEW`**, `EXECUTE`,...) ;
- `(liste_colonnes)` : facultatif - liste des colonnes auxquelles le

privilège s'applique ;
- `niveau_privilege` : niveau auquel le privilège s'applique (*.*, *nom_bdd.nom_table*,…) ;
- `type_objet` : en cas de noms ambigus, il est possible de préciser à quoi se rapporte le niveau : `TABLE` ou `PROCEDURE`.

On peut accorder plusieurs privilèges en une fois : il suffit de séparer les privilèges par une virgule. Si l'on veut restreindre tout ou partie des privilèges à certaines colonnes, la liste doit en être précisée pour chaque privilège.
Si l'utilisateur auquel on accorde les privilèges n'existe pas, il sera créé. Auquel cas, il vaut mieux ne pas oublier la clause `IDENTIFIED BY` pour donner un mot de passe à l'utilisateur. Sinon, il pourra se connecter sans mot de passe.
Si l'utilisateur existe, et qu'on ajoute la clause `IDENTIFIED BY`, son mot de passe sera modifié.

Exemples

1. On crée un utilisateur `'john'@'localhost'`, en lui donnant les privilèges `SELECT`, `INSERT` et `DELETE` sur la table *elevage.Animal*, et `UPDATE` sur les colonnes *nom*, *sexe* et *commentaires* de la table *elevage.Animal*.

```
GRANT SELECT,
      UPDATE (nom, sexe, commentaires),
      DELETE,
      INSERT
ON elevage.Animal
TO 'john'@'localhost' IDENTIFIED BY 'exemple2012';
```

2. On accorde le privilège `SELECT` à l'utilisateur `'john'@'localhost'` sur la table *elevage.Espece*, et on modifie son mot de passe.

```
GRANT SELECT
ON TABLE elevage.Espece -- On précise que c'est une table (facultatif)
TO 'john'@'localhost' IDENTIFIED BY 'change2012';
```

3. On accorde à `'john'@'localhost'` le privilège de créer et exécuter des procédures stockées dans la base de données *elevage*.

```
GRANT CREATE ROUTINE, EXECUTE
ON elevage.*
TO 'john'@'localhost';
```

Révocation de privilèges

Pour retirer un ou plusieurs privilèges à un utilisateur, on utilise la commande `REVOKE`.

```
REVOKE privilege [, privilege, ...]
ON niveau_privilege
FROM utilisateur;
```

Exemple

```
REVOKE DELETE
ON elevage.Animal
FROM 'john'@'localhost';
```

Privilèges particuliers

Les privilèges ALL, USAGE et GRANT OPTION

Pour terminer avec les différents privilèges, nous allons parler de trois privilèges un peu particuliers.

ALL

Le privilège `ALL` (ou **`ALL PRIVILEGES`**), comme son nom l'indique, représente tous les privilèges. Accorder le privilège `ALL` revient donc à accorder tous les droits à l'utilisateur. Il faut évidemment préciser le niveau auquel tous les droits sont accordés (on octroie tous les privilèges possibles sur une table, ou sur une base de données, etc.).

Un privilège fait exception : GRANT OPTION n'est pas compris dans les privilèges représentés par ALL.

Exemple : on accorde tous les droits sur la table *Client* à `'john'@'localhost'`.

```
GRANT ALL
ON elevage.Client
TO 'john'@'localhost';
```

USAGE

À l'inverse de `ALL`, le privilège `USAGE` signifie "aucun privilège".
À première vue, utiliser la commande `GRANT` pour n'accorder aucun privilège peut sembler un peu ridicule. En réalité, c'est extrêmement utile : `USAGE` permet en fait de modifier les caractéristiques d'un compte avec la commande `GRANT`, sans modifier les privilèges du compte.
`USAGE` est toujours utilisé comme un privilège global (donc `ON *.*`).
Exemple : modification du mot de passe de `'john'@'localhost'`.
Ses privilèges ne changent pas.

```
GRANT USAGE
ON *.*
TO 'john'@'localhost' IDENTIFIED BY 'test2012usage';
```

Nous verrons plus tard les autres options de la commande `GRANT`, que l'on pourrait vouloir modifier en utilisant le privilège `USAGE`.

GRANT OPTION

Nous voici donc au fameux privilège `GRANT OPTION`. Un utilisateur ayant ce privilège est autorisé à utiliser la commande `GRANT`, pour accorder des privilèges à d'autres utilisateurs.
Ce privilège n'est pas compris dans le privilège `ALL`. Par ailleurs, un utilisateur ne peut accorder que les privilèges qu'il possède lui-même.
On peut accorder `GRANT OPTION` de deux manières :

- comme un privilège normal, après le mot `GRANT` ;
- à la fin de la commande `GRANT`, avec la clause **`WITH GRANT OPTION`**.

Exemple : on accorde les privilèges `SELECT`, `UPDATE`, `INSERT`, `DELETE` et **`GRANT OPTION`** sur la base de données *elevage* à `'joseph'@'localhost'`.

```
GRANT SELECT, UPDATE, INSERT, DELETE, GRANT OPTION
ON elevage.*
TO 'joseph'@'localhost' IDENTIFIED BY 'ploc4';

-- OU

GRANT SELECT, UPDATE, INSERT, DELETE
ON elevage.*
TO 'joseph'@'localhost' IDENTIFIED BY 'ploc4'
WITH GRANT OPTION;
```

Le privilège ALL doit s'utiliser tout seul. Il n'est donc pas possible d'accorder GRANT OPTION et ALL de la manière suivante : GRANT ALL, GRANT OPTION… Il est nécessaire dans ce cas d'utiliser WITH GRANT OPTION.

Particularité des triggers, vues et procédures stockées

Les triggers, les vues et les procédures stockées (ainsi que les événements et les fonctions stockées, non couvertes par ce cours) ont un système spécial quant à la vérification des privilèges des utilisateurs.
En effet, ces objets sont créés dans le but d'être exécutés dans le futur, et l'utilisateur créant un tel objet pourrait bien être différent de l'utilisateur se servant de l'objet. Il y a donc deux types

d'utilisateurs potentiels pour ces types d'objet : celui ayant défini l'objet, et celui utilisant l'objet. Quels privilèges faut-il vérifier lorsqu'une procédure est exécutée ? Lorsque la requête `SELECT` d'une vue est exécutée ?
Par défaut, ce sont les privilèges du définisseur (celui qui a défini l'objet) qui sont vérifiés. Ce qui veut dire qu'un utilisateur pourrait exécuter une procédure agissant sur des tables sur lesquelles il n'a lui-même aucun privilège. L'important étant les privilèges de l'utilisateur ayant défini la procédure. Bien entendu, un utilisateur doit toujours avoir le privilège `EXECUTE` pour exécuter une procédure stockée, les privilèges du définisseur concernent les instructions à l'intérieur de la procédure ou du trigger (ou de la requête `SELECT` pour une vue).
Exemple : avec l'utilisateur *sdz*, on définit une procédure faisant une requête `SELECT` sur la table *Adoption*. On exécute ensuite cette procédure avec l'utilisateur *john*, qui n'a aucun droit sur la table *Adoption*.
Utilisateur *sdz* :

```
USE elevage;
DELIMITER |
CREATE PROCEDURE test_definer()
BEGIN
    SELECT * FROM Adoption;
END |
DELIMITER ;
```

Utilisateur *john* :

```
USE elevage;
SELECT * FROM Adoption;
CALL test_definer();
```

L'utilisateur *john* n'a aucun droit sur *Adoption*. La requête `SELECT` échoue donc avec le message d'erreur suivant :

```
ERROR 1142 (42000): SELECT command denied to user 'john'@'localhost' for table
'adoption'
```

Par contre, *john* a le droit d'exécuter les procédures de la base de données *elevage*. Il exécute donc sans problème *test_definer()*, qui lui affiche le contenu d'*Adoption*. Les privilèges vérifiés au niveau des instructions exécutées par la procédure sont en effet ceux de

l'utilisateur *sdz*, ayant défini celle-ci.

Préciser et modifier le définisseur

Les commandes de création des vues, triggers et procédures stockées permettent de préciser une clause `DEFINER`, dans laquelle on précise l'identifiant d'un utilisateur.
Par défaut, c'est l'utilisateur courant qui est utilisé.
Cependant il est possible de donner un autre utilisateur comme définisseur de l'objet, à condition d'avoir le privilège global `SUPER`.
Sans ce privilège, on ne peut donner comme `DEFINER` que soi-même, soit avec `CURRENT_USER` ou `CURRENT_USER()`, soit avec l'identifiant (`'sdz'@'localhost'` par exemple).
La clause `DEFINER` se place après le mot-clé `CREATE`.
Exemple : définition de deux procédures stockées avec l'utilisateur *root* (le seul ayant le privilège `SUPER` sur notre serveur), l'une avec *root* pour `DEFINER` (`CURRENT_USER()`), l'autre avec *john*.

```
DELIMITER |
CREATE DEFINER = CURRENT_USER() PROCEDURE test_definer2()
BEGIN
    SELECT * FROM Race;
END |

CREATE DEFINER = 'john'@'localhost' PROCEDURE test_definer3()
BEGIN
    SELECT * FROM Race;
END |
DELIMITER ;
```

Si l'on exécute ces deux procédures avec l'utilisateur *john*, on obtient deux résultats différents.

```
CALL test_definer2();
CALL test_definer3();
```

La première procédure s'exécute sans problème. *john* n'a aucun droit sur la table *Race*, mais le définisseur de *test_definer2()* étant *root*, ce sont ses privilèges qui comptent. Par contre, la seconde échoue, car le définisseur de *test_definer3()* a été initialisé à *john*.

Modification du contexte

Il est possible, pour les vues et les procédures stockées, de changer

la manière dont les privilèges sont vérifiés à l'exécution. On peut faire en sorte que ce soit les privilèges de l'utilisateur qui se sert de la vue ou de la procédure ("l'invocateur") qui soient vérifiés, et non plus les privilèges du définisseur.
Ce n'est pas possible pour les triggers, car ceux-ci ne sont pas exécutés directement par un utilisateur, mais par une action de l'utilisateur (insertion, modification, suppression dans la table sur laquelle le trigger est défini).
Pour changer le contexte de vérification des privilèges d'une vue ou d'une procédure, il faut utiliser la clause `SQL SECURITY {DEFINER | INVOKER}`.
Syntaxe de création des vues et des procédures, clauses `DEFINER` et `SQL SECURITY` comprises.

```
-- Vues
CREATE [OR REPLACE]
    [ALGORITHM = {UNDEFINED | MERGE | TEMPTABLE}]
    [DEFINER = { utilisateur | CURRENT_USER }]
    [SQL SECURITY { DEFINER | INVOKER }]
    VIEW nom_vue [(liste_colonnes)]
    AS requete_select
    [WITH [CASCADED | LOCAL] CHECK OPTION]

-- Procédures
CREATE
    [DEFINER = { utilisateur | CURRENT_USER }]
    PROCEDURE nom_procedure ([parametres_procedure])
    SQL SECURITY { DEFINER | INVOKER }
    corps_procedure
```

Exemple : création, par l'utilisateur *root*, de deux vues avec des contextes de vérification des privilèges différents.

```
CREATE DEFINER = CURRENT_USER
       SQL SECURITY DEFINER
       VIEW test_contexte1
AS SELECT * FROM Race;

CREATE DEFINER = CURRENT_USER
       SQL SECURITY INVOKER
       VIEW test_contexte2
AS SELECT * FROM Race;
```

Toujours avec l'utilisateur *root*, on autorise *john* à faire des `SELECT` sur ces vues.

```
GRANT SELECT ON elevage.test_contexte1 TO 'john'@'localhost';
GRANT SELECT ON elevage.test_contexte2 TO 'john'@'localhost';
```

Utilisons maintenant ces vues avec l'utilisateur *john*, qui n'a toujours aucun droit sur *Race*.

```
SELECT * FROM test_contexte1;
SELECT * FROM test_contexte2;
```

La première requête affiche bien la table *Race*. Par contre, la seconde échoue avec l'erreur suivante :

```
ERROR 1356 (HY000): View 'elevage.test_contexte2' references invalid table(s)
or column(s) or function(s) or definer/invoker of view lack rights to use them
```

Options supplémentaires

La commande `GRANT` possède encore deux clauses facultatives supplémentaires, permettant de limiter les ressources serveur de l'utilisateur, et d'obliger l'utilisateur à se connecter via SSL.

Limitation des ressources

On peut limiter trois choses différentes pour un utilisateur :

- le nombre de requêtes par heure (`MAX_QUERIES_PER_HOUR`) : limitation de toutes les commandes exécutées par l'utilisateur ;
- le nombre de modifications par heure (`MAX_UPDATES_PER_HOUR`) : limitation des commandes entraînant la modification d'une table ou d'une base de données ;
- le nombre de connexions au serveur par heure (`MAX_CONNECTIONS_PER_HOUR`).

Pour cela, on utilise la clause `WITH MAX_QUERIES_PER_HOUR nb | MAX_UPDATES_PER_HOUR nb | MAX_CONNECTIONS_PER_HOUR nb` de la commande `GRANT`. On peut limiter une des ressources, ou deux, ou les trois en une fois, chacune avec un nombre différent.

Exemple : création d'un compte `'aline'@'localhost'` ayant tous les droits sur la base de données *elevage*, mais avec des ressources limitées.

```
GRANT ALL ON elevage.*
TO 'aline'@'localhost' IDENTIFIED BY 'limited'
WITH MAX_QUERIES_PER_HOUR 50
     MAX_CONNECTIONS_PER_HOUR 5;
```

Pour limiter les ressources d'un utilisateur existant sans modifier ses privilèges, on peut utiliser le privilège `USAGE`.
Exemple

```
GRANT USAGE ON *.*
TO 'john'@'localhost'
WITH MAX_UPDATES_PER_HOUR 15;
```

Pour supprimer une limitation de ressources, il suffit de la mettre à zéro.
Exemple

```
GRANT USAGE ON *.*
TO 'john'@'localhost'
WITH MAX_UPDATES_PER_HOUR 0;
```

Connexion SSL

La clause `REQUIRE` de la commande `GRANT` permet d'obliger l'utilisateur à se connecter via SSL, c'est-à-dire à l'aide d'une connexion sécurisée. Avec une telle connexion, toutes les données transitant entre le client et le serveur sont chiffrées, et non plus passées en clair.
Nous ne verrons pas les détails de cette clause dans ce cours. Je vous renvoie donc à la documentation si vous êtes intéressés par le sujet.

En résumé

- Les utilisateurs et leurs privilèges sont stockés dans la base de

données *mysql*.

- On peut manipuler directement les tables de la base *mysql*, ou utiliser les commandes dédiées pour gérer les utilisateurs (`CREATE USER`, `DROP USER`,…) et leurs privilèges (`GRANT`, `REVOKE`).
- Lorsque l'on accorde un privilège à un utilisateur, il faut également préciser à quel niveau on le lui accorde (global, base de données, table, colonne, procédure).
- Le privilège `ALL` permet d'accorder en une fois tous les privilèges, sauf `GRANT OPTION`.
- Le privilège `USAGE` permet de modifier les options d'un utilisateur avec la commande `GRANT` sans modifier ses privilèges. Quant à `GRANT OPTION`, cela permet à un utilisateur d'accorder à d'autres les privilèges qu'il possède.
- Les privilèges des vues, procédures stockées et triggers sont vérifiés de manière particulière, grâce aux clauses `DEFINER` et `SQL SECURITY` utilisées à la création de ces objets.
- Il est également possible, avec la commande `GRANT`, de limiter les ressources disponibles pour un utilisateur, et d'obliger un utilisateur à se connecter via SSL.

Chapitre 39

Informations sur la base de données et les requêtes

Dans ce chapitre, vous verrez comment aller chercher des informations sur les différents objets de vos bases de données (les tables, les procédures, etc.) de deux manières différentes :

- grâce à la commande `SHOW` ;
- en allant chercher ces informations directement dans la base de données *information_schema*.

Ensuite, vous découvrirez la commande `EXPLAIN`, qui donne des indications sur le déroulement des requêtes `SELECT`, ce qui permet d'optimiser celles-ci.

Commandes de description

Les commandes `SHOW` et `DESCRIBE` ont été utilisées ponctuellement tout au long du cours pour afficher diverses informations sur les tables et les colonnes. Nous allons ici voir plus en détail comment utiliser ces commandes, et ce qu'elles peuvent nous apprendre.

Description d'objets

```
SHOW objets;
```

Cette commande permet d'afficher une liste des objets, ainsi que certaines caractéristiques de ces objets.
Exemple : liste des tables et des vues.

```
SHOW TABLES;
```

Pour pouvoir utiliser `SHOW TABLES`, il faut avoir sélectionné une base de données.

Objets listables avec SHOW

Les tables et les vues ne sont pas les seuls objets que l'on peut lister avec la commande `SHOW`. Pour une liste exhaustive, je vous renvoie à la documentation officielle, mais voici quelques-uns de ces objets.

Commande	Description
`SHOW CHARACTER SET`	Montre les sets de caractères (encodages) disponibles
`SHOW [FULL] COLUMNS FROM nom_table [FROM nom_bdd]`	Liste les colonnes de la table précisée, ainsi que diverses informations (type, contraintes,…). Il est possible de préciser également le nom de la base de données. En ajoutant le mot-clé `FULL`, les informations affichées pour chaque colonne sont plus nombreuses

`SHOW DATABASES`	Montre les bases de données sur lesquelles on possède des privilèges (ou toutes si l'on possède le privilège global SHOW DATABASES)
`SHOW GRANTS [FOR utilisateur]`	Liste les privilèges de l'utilisateur courant, ou de l'utilisateur précisé par la clause FOR optionnelle
`SHOW INDEX FROM nom_table [FROM nom_bdd]`	Liste les index de la table désignée. Il est possible de préciser également le nom de la base de données
`SHOW PRIVILEGES`	Liste les privilèges acceptés par le serveur MySQL (dépend de la version de MySQL)
`SHOW PROCEDURE STATUS`	Liste les procédures stockées
`SHOW [FULL] TABLES [FROM nom_bdd]`	Liste les tables de la base de données courante, ou de la base de données désignée par la clause `FROM`. Si `FULL` est utilisé, une colonne apparaîtra en plus, précisant s'il s'agit d'une vraie table ou d'une vue
`SHOW TRIGGERS [FROM nom_bdd]`	Liste les triggers de la base de données courante, ou de la base de données précisée grâce à la clause FROM
`SHOW [GLOBAL | SESSION] VARIABLES`	Liste les variables système de MySQL. Si `GLOBAL` est précisé, les valeurs des variables seront celles utilisées lors d'une nouvelle connexion au serveur. Si `SESSION` est utilisé (ou si l'on ne précise ni `GLOBAL` ni `SESSION`), les valeurs seront celles de la session courante. Plus d'informations sur les variables système seront données dans le prochain chapitre
`SHOW WARNINGS`	Liste les avertissements générés par la dernière requête effectuée.

Clauses additionnelles

Certaines commandes `SHOW objets` acceptent des clauses supplémentaires : `LIKE` et `WHERE`.

- La clause `LIKE` permet de restreindre la liste aux objets dont le nom correspond au motif donné.
- `WHERE` permet d'ajouter diverses conditions.

Exemple 1 : sélection des colonnes d'*Adoption* dont le nom commence par "date".

```
SHOW COLUMNS
FROM Adoption
LIKE 'date%';
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
date_reserva	date	NO		NULL	
date_adoptio	date	YES		NULL	

Exemple 2 : sélection des encodages contenant "arab" dans leur description.

```
SHOW CHARACTER SET
WHERE Description LIKE '%arab%';
```

Charset	Description	Default collation	Maxlen
cp1256	Windows Arabic	cp1256_general_ci	1

DESCRIBE

La commande `DESCRIBE nom_table`, qui affiche les colonnes d'une table ainsi que certaines de leurs caractéristiques, est en fait un raccourci pour `SHOW COLUMNS FROM nom_table`.

Requête de création d'un objet

La commande `SHOW` peut également montrer **la requête ayant servi à créer un objet**.

```
SHOW CREATE type_objet nom_objet;
```

Exemple 1 : requête de création de la table *Espece*.

```
SHOW CREATE TABLE Espece \G
```

Le \G est un délimiteur, comme ;. Il change simplement la manière d'afficher le résultat, qui ne sera plus sous forme de tableau, mais formaté verticalement. Pour les

requêtes de description comme SHOW CREATE, qui renvoient peu de lignes (ici : une) mais contenant beaucoup d'informations, c'est beaucoup plus lisible.

```
*************************** 1. row ***************************
       Table: Espece
Create Table: CREATE TABLE `Espece` (
  `id` smallint(6) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `nom_courant` varchar(40) NOT NULL,
  `nom_latin` varchar(40) NOT NULL,
  `description` text,
  `prix` decimal(7,2) unsigned DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`id`),
  UNIQUE KEY `nom_latin` (`nom_latin`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=8 DEFAULT CHARSET=utf8
```

Exemple 2 : requête de création du trigger *before_insert_adoption*.

```
SHOW CREATE TRIGGER before_insert_adoption \G
```

```
*************************** 1. row ***************************
               Trigger: before_insert_adoption
              sql_mode:
SQL Original Statement: CREATE DEFINER=`sdz`@`localhost` TRIGGER
before_insert_adoption BEFORE INSERT
ON Adoption FOR EACH ROW
BEGIN
    IF NEW.paye != TRUE
    AND NEW.paye != FALSE
      THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : paye doit valoir TRUE (1)
ou FALSE (0).');

    ELSEIF NEW.date_adoption < NEW.date_reservation THEN
        INSERT INTO Erreur (erreur) VALUES ('Erreur : date_adoption doit être
>= à date_reservation.');
    END IF;
END
  character_set_client: utf8
  collation_connection: utf8_general_ci
    Database Collation: utf8_general_ci
```

On peut ainsi afficher la syntaxe de création d'une table, d'une base de données, d'une procédure, d'un trigger ou d'une vue.

La base de données information_schema

Comme son nom l'indique, la base de données *information_schema* contient des informations sur les schémas.
En MySQL, un schéma est une base de données. Ce sont des synonymes. La base *information_schema* contient donc des **informations sur les bases de données**.

Cette définition de "schéma" n'est pas universelle, loin s'en faut. Dans certains SGBD la notion de schéma est plus proche de celle d'utilisateur que de base de données. Pour Oracle par exemple, un schéma représente l'ensemble des objets appartenant à un utilisateur.

Voyons ce qu'on trouve comme tables dans cette base de données.

```
SHOW TABLES FROM information_schema;
```

Tables in information_schema
CHARACTER_SETS
COLUMNS
COLUMN_PRIVILEGES
REFERENTIAL_CONSTRAINTS
ROUTINES
SESSION_VARIABLES
STATISTICS
TABLES
TABLE_CONSTRAINTS
TABLE_PRIVILEGES
TRIGGERS
USER_PRIVILEGES
VIEWS

Le tableau ci-dessus ne

reprend qu'une partie des tables d'information_schema.

Cette base contient donc des informations sur les tables, les colonnes, les contraintes, les vues, etc., des bases de données stockées sur le serveur MySQL.
En fait, c'est de cette base de données que sont extraites les informations affichées grâce à la commande `SHOW`.
Par conséquent, si les informations données par `SHOW` ne suffisent pas, il est possible d'interroger directement cette base de données.
Prenons par exemple la table *VIEWS* de cette base de données.
Quelles informations contient-elle ?

```
SHOW COLUMNS FROM VIEWS FROM information_schema;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
TABLE_CATA	varchar(512)	YES		NULL	
TABLE_SCHE	varchar(64)	NO			
TABLE_NAM	varchar(64)	NO			
VIEW_DEFIN	longtext	NO		NULL	
CHECK_OPT	varchar(8)	NO			
IS_UPDATAB	varchar(3)	NO			
DEFINER	varchar(77)	NO			
SECURITY_T	varchar(7)	NO			
CHARACTER	varchar(32)	NO			
COLLATION	varchar(32)	NO			

La colonne *TABLE_NAME* contient le nom de la vue. Interrogeons donc cette table, afin d'avoir des informations sur la vue *V_Animal_details*.

```
USE information_schema; -- On sélectionne la base de données

SELECT TABLE_SCHEMA, TABLE_NAME, VIEW_DEFINITION, IS_UPDATABLE, DEFINER,
SECURITY_TYPE
FROM VIEWS
WHERE TABLE_NAME = 'V_Animal_details' \G



*************************** 1. row ***************************
   TABLE_SCHEMA: elevage
     TABLE_NAME: V_Animal_details
VIEW_DEFINITION: select `elevage`.`animal`.`id` AS
`id`,`elevage`.`animal`.`sexe` AS `sexe`,`elevage`.`animal`.`date_naissance` AS
`date_naissance`,
                         `elevage`.`animal`.`nom` AS
```

```
`nom`,`elevage`.`animal`.`commentaires` AS `commentaires`,
                        `elevage`.`animal`.`espece_id` AS
`espece_id`,`elevage`.`animal`.`race_id` AS `race_id`,
                        `elevage`.`animal`.`mere_id` AS
`mere_id`,`elevage`.`animal`.`pere_id` AS `pere_id`,
                        `elevage`.`animal`.`disponible` AS
`disponible`,`elevage`.`espece`.`nom_courant` AS `espece_nom`,
                        `elevage`.`race`.`nom` AS `race_nom`
                from ((`elevage`.`animal`
                join `elevage`.`espece` on((`elevage`.`animal`.`espece_id` =
`elevage`.`espece`.`id`)))
                left join `elevage`.`race` on((`elevage`.`animal`.`race_id` =
`elevage`.`race`.`id`)))
   IS_UPDATABLE: YES
        DEFINER: sdz@localhost
  SECURITY_TYPE: DEFINER
```

La définition de la vue s'affiche en réalité sur une seule ligne, et n'est donc pas indentée. J'ai ajouté l'indentation ici pour que ce soit plus clair.

Voyons encore deux exemples d'exploitation des données d'*information_schema*.
Exemple 1 : données sur les contraintes de la table *Animal*.

```
SELECT CONSTRAINT_SCHEMA, CONSTRAINT_NAME, TABLE_NAME, CONSTRAINT_TYPE
FROM TABLE_CONSTRAINTS
WHERE CONSTRAINT_SCHEMA = 'elevage' AND TABLE_NAME = 'Animal';
```

CONSTRAINT_SCHEMA	CONSTRAINT_NAME	TABLE_NAME	CONSTRAINT_TYPE
elevage	PRIMARY	Animal	PRIMARY KEY
elevage	ind_uni_nom_espece_id	Animal	UNIQUE
elevage	fk_race_id	Animal	FOREIGN KEY
elevage	fk_espece_id	Animal	FOREIGN KEY
elevage	fk_mere_id	Animal	FOREIGN KEY
elevage	fk_pere_id	Animal	FOREIGN KEY

Les contraintes `NOT NULL` ne sont pas reprises dans cette table (on peut les trouver dans la table *COLUMNS*).
Exemple 2 : données sur la procédure *maj_vm_revenus()*.

```
SELECT ROUTINE_NAME, ROUTINE_SCHEMA, ROUTINE_TYPE, ROUTINE_DEFINITION, DEFINER,
```

```
SECURITY_TYPE
FROM ROUTINES
WHERE ROUTINE_NAME = 'maj_vm_revenus' \G
```

Les routines comprennent les procédures stockées et les fonctions stockées (qui ne sont pas couvertes par ce cours).

```
*************************** 1. row ***************************
      ROUTINE_NAME: maj_vm_revenus
    ROUTINE_SCHEMA: elevage
      ROUTINE_TYPE: PROCEDURE
ROUTINE_DEFINITION: BEGIN
    TRUNCATE VM_Revenus_annee_espece;

    INSERT INTO VM_Revenus_annee_espece
    SELECT YEAR(date_reservation) AS annee, Especе.id AS espece_id,
SUM(Adoption.prix) AS somme, COUNT(Adoption.animal_id) AS nb
    FROM Adoption
    INNER JOIN Animal ON Animal.id = Adoption.animal_id
    INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
    GROUP BY annee, Espece.id;
END
           DEFINER: sdz@localhost
     SECURITY_TYPE: DEFINER
```

Déroulement d'une requête

On a vu comment obtenir des informations sur les objets de nos bases de données, voyons maintenant comment obtenir des **informations sur les requêtes que l'on exécute** sur nos bases de données. Plus particulièrement, nous allons nous attarder sur la commande `EXPLAIN`, qui permet de décortiquer l'exécution d'une requête. Grâce à cette commande, il est possible de savoir quelles tables et quels index sont utilisés, et dans quel ordre.

L'utilisation de cette commande est extrêmement simple : il suffit d'ajouter `EXPLAIN` devant la requête que l'on désire examiner. `EXPLAIN` peut être utilisée pour les requêtes `SELECT`, `UPDATE`, `DELETE`, `INSERT` et `REPLACE`.

Exemple

```
EXPLAIN SELECT Animal.nom, Espece.nom_courant AS espece, Race.nom AS race
FROM Animal
INNER JOIN Espece ON Animal.espece_id = Espece.id
LEFT JOIN Race ON Animal.race_id = Race.id
```

```
WHERE Animal.id = 37;
```

id	select_type	table	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	Extra
1	SIMPLE	Animal	const	PRIMARY,fk_espece_id	PRIMARY	2	const	1	
1	SIMPLE	Espece	const	PRIMARY	PRIMARY	2	const	1	
1	SIMPLE	Race	const	PRIMARY	PRIMARY	2	const	1	

- ***id*** : cette colonne identifie la requête `SELECT` concernée par l'étape. Ici, il n'y en a qu'une, mais dans le cas d'une requête avec des sous-requêtes, ou avec un `UNION`, il peut y avoir plusieurs requêtes `SELECT` différentes.
- ***select_type*** : le type de la requête `SELECT` concernée par l'étape.

Type	Explication
SIMPLE	Un simple `SELECT`, sans sous-requête ou `UNION`
PRIMARY	`SELECT` extérieur, c'est-à-dire le premier, le principal `SELECT` (en présence de sous-requêtes ou `UNION`)
UNION	Seconde requête `SELECT` d'un `UNION` (et requêtes suivantes)
DEPENDENT UNION	Comme UNION, mais requête dépendant d'une requête `SELECT` externe (à cause d'une sous-requête corrélée par exemple)
UNION RESULT	Résultat d'une `UNION`
SUBQUERY	Première requête `SELECT` d'une sous-requête
DEPEDENT SUBQUERY	Première requête `SELECT` d'une sous-requête, dépendant d'une requête externe
DERIVED	Table dérivée (résultat d'une sous-requête)
UNCACHEABLE SUBQUERY	Sous-requête dont le résultat ne peut être mis en cache et doit donc être réévalué pour chaque ligne de la requête `SELECT`
UNCACHEABLE UNION	Deuxième (ou plus) requête `SELECT` dans une `UNION` faite dans une sous-requête qui ne peut être mise en cache.

- ***table*** : le nom de la table sur laquelle l'étape est réalisée.
- ***type*** : le type de jointure utilisée par l'étape. Pour un détail des valeurs possibles, je vous renvoie à la documentation officielle. Les voici cependant classées du meilleur (du point de vue de la performance) au moins bon : *system, const, eq_ref,*

ref, fulltext, ref_or_null, index_merge, unique_subquery, index_subquery, range, index, ALL.
- ***possible_keys*** : les index que MySQL a envisagé d'utiliser pour l'étape.
- ***key*** : l'index effectivement utilisé
- ***key_len*** : la taille de l'index utilisé (peut être inférieure à la longueur de l'index en cas d'utilisation d'un index par la gauche).
- ***ref*** : indique à quoi l'index sera comparé : une constante (*const*) ou une colonne.
- ***rows*** : le nombre **estimé** de lignes que MySQL devra parcourir pour terminer l'étape (plus ce nombre est petit, mieux c'est).
- ***Extra*** : donne des informations supplémentaires sur l'étape.

Dans le cas de notre requête `SELECT`, on a donc 3 étapes :

- La clé primaire d'*Animal* est utilisée et permet de trouver tout de suite la ligne correspondant à notre recherche (`id = 37`). On ne doit donc parcourir qu'une seule ligne.
- En utilisant la valeur d'*Animal.espece_id* trouvée à l'étape 1, on trouve la ligne correspondante dans la table *Espece*, à nouveau en utilisant la clé primaire.
- Même chose pour la table *Race*.

Mais quel est l'intérêt de savoir cela ?

L'intérêt est de pouvoir **optimiser ses requêtes**. Soit en ajoutant un ou plusieurs index, soit en trouvant la manière optimale d'écrire la requête.

Savoir sur quelle colonne ajouter un index

Lorsqu'une requête est un peu lente, il est souvent possible de l'accélérer en ajoutant un ou plusieurs index à des endroits stratégiques. En utilisant `EXPLAIN`, on peut découvrir facilement quelles étapes de la requête n'utilisent pas d'index, et donc sur quelles colonnes il peut être intéressant d'ajouter un index.

Exemple

```
EXPLAIN SELECT Animal.nom, Adoption.prix, Adoption.date_reservation
FROM Animal
INNER JOIN Adoption ON Adoption.animal_id = Animal.id
WHERE date_reservation >= '2012-05-01' \G
```

```
*************************** 1. row ***************************
           id: 1
  select_type: SIMPLE
        table: Adoption
         type: ALL
possible_keys: ind_uni_animal_id
          key: NULL
      key_len: NULL
          ref: NULL
         rows: 24
        Extra: Using where
*************************** 2. row ***************************
           id: 1
  select_type: SIMPLE
        table: Animal
         type: eq_ref
possible_keys: PRIMARY
          key: PRIMARY
      key_len: 2
          ref: elevage7.Adoption.animal_id
         rows: 1
        Extra:
```

Pour la première étape, *key*, *key_len* et *ref* sont `NULL`. Aucun index n'est donc utilisé. type vaut ALL, ce qui est la valeur la moins intéressante. Enfin, *rows* vaut 24, ce qui est le nombre de ligne dans la table *Adoption*. Toutes les lignes doivent être parcourues pour trouver les lignes correspondant à la clause `WHERE`.
La deuxième étape par contre utilise bien un index (pour faire la jointure avec *Animal*).
En ajoutant un index sur *Adoption.date_reservation*, on peut améliorer les performances de cette requête.

```
ALTER TABLE Adoption ADD INDEX ind_date_reservation (date_reservation);
```

La même commande `EXPLAIN` donnera désormais le résultat suivant :

```
*************************** 1. row ***************************
           id: 1
  select_type: SIMPLE
        table: Adoption
```

```
         type: range
possible_keys: ind_uni_animal_id,ind_date_reservation
          key: ind_date_reservation
      key_len: 3
          ref: NULL
         rows: 4
        Extra: Using where
*************************** 2. row ***************************
           id: 1
  select_type: SIMPLE
        table: Animal
         type: eq_ref
possible_keys: PRIMARY
          key: PRIMARY
      key_len: 2
          ref: elevage7.Adoption.animal_id
         rows: 1
        Extra:
```

La première étape utilise l'index, et ne doit donc plus parcourir toutes les lignes, mais seulement une partie (dont le nombre est estimé à 4).

Attention de ne pas tomber dans l'excès en mettant des index partout. En général, on utilise EXPLAIN sur des requêtes lourdes, dont on sait qu'elles ralentissent l'application. Il n'est pas nécessaire d'optimiser la moindre petite requête SELECT.

Comparer le plan d'exécution de plusieurs requêtes

Lorsque l'on fait une condition sur une colonne (dans une clause `WHERE` ou pour une condition de jointure), ce n'est pas parce qu'il existe un index sur celle-ci qu'il sera utilisé par la requête. En particulier, si la colonne est utilisée dans une expression, l'index ne sera pas utilisé, car la valeur de l'expression devra être calculée pour chaque ligne.
Selon la manière d'écrire une condition donc, l'utilisation des index sera possible, ou non. Lorsqu'on hésite entre plusieurs écritures, utiliser `EXPLAIN` peut permettre d'utiliser la requête la plus performante.

Exemple

```
EXPLAIN SELECT *
FROM VM_Revenus_annee_espece
WHERE somme/2 > 1000 \G

EXPLAIN SELECT *
FROM VM_Revenus_annee_espece
WHERE somme > 1000*2 \G
```

Ces deux requêtes `SELECT` produisent un résultat équivalent, mais la première empêche l'utilisation de l'index sur *somme*, contrairement à la deuxième.

```
*************************** 1. row ***************************
           id: 1
  select_type: SIMPLE
        table: VM_Revenus_annee_espece
         type: ALL
possible_keys: NULL
          key: NULL
      key_len: NULL
          ref: NULL
         rows: 16
        Extra: Using where


*************************** 1. row ***************************
           id: 1
  select_type: SIMPLE
        table: VM_Revenus_annee_espece
         type: range
possible_keys: somme
          key: somme
      key_len: 14
          ref: NULL
         rows: 2
        Extra: Using where
```

En résumé

- Les commandes `SHOW` permettent d'afficher une liste des structures choisies, ainsi qu'un certain nombre d'informations sur celles-ci.
- Il est possible de restreindre les résultats de certaines commandes `SHOW` avec les clauses `LIKE` et `WHERE`.
- Avec **`SHOW CREATE`**, on peut afficher la requête de création d'un objet.
- La base de données *information_schema* contient toutes les informations sur les objets des bases de données du serveur.

- La commande `EXPLAIN` décortique les étapes de la requête, ce qui permet d'optimiser celle-ci. Soit en ajoutant un index, soit en changeant la manière dont les conditions sont écrites.

Chapitre 40

Configuration et options

Dans ce dernier chapitre, vous apprendrez à configurer MySQL.

- En modifiant les variables système avec la commande `SET`.
- En utilisant les options du logiciel client au démarrage d'une session.
- En utilisant les options du serveur lors de son démarrage.
- En modifiant le fichier de configuration de MySQL.

Nous commencerons bien sûr par voir ce qu'est exactement une variable système.
Notez que ces variables système sont nombreuses, tout comme les options disponibles au niveau du client et du serveur, ainsi que dans le fichier de configuration.
Pour ne pas vous donner de longues listes indigestes, je vous renverrai très souvent vers la documentation officielle au cours de

ce chapitre, et ne vous donnerai que quelques exemples parmi les plus utilisés.

Variables système

Le comportement de MySQL est régi par une série de valeurs contenues dans les **variables système**. Elles déterminent par exemple à quelle valeur commencent les colonnes auto-incrémentées (par défaut : 1), de combien ces valeurs s'incrémentent à chaque insertion (par défaut : 1 également), le moteur de stockage par défaut, le temps d'attente acceptable lorsqu'une requête se heurte à un verrou, etc.
Voici quelques variables système. Vous verrez que vous en connaissez déjà quelques-unes.
Pour une liste complète, reportez-vous à la documentation officielle.

Nom	Définition
autocommit	Définit si le mode auto-commit est activé ou non, donc si les requêtes sont automatiquement commitées ou s'il est nécessaire de les commiter pour qu'elles prennent effet
character_set_client	Jeu de caractère (encodage) utilisé par le client MySQL
default_week_format	Mode par défaut de la fonction
foreign_key_checks	Définit si les contraintes de clé étrangère doivent être vérifiées
ft_min_word_len	Taille minimale d'un mot pour qu'il soit inclus dans une recherche
last_insert_id	Valeur retournée par la fonction
max_connections	Nombre maximal de connexions autorisées au serveur
storage_engine	Moteur de stockage par défaut
tx_isolation	Définit le niveau d'isolation des transactions
unique_checks	Définit si les contraintes d'unicité doivent être vérifiées.

Pour connaître les valeurs actuelles des variables système, on peut utiliser la commande suivante :

```
SHOW VARIABLES;
```

Si l'on a une idée de la variable que l'on cherche, on peut utiliser la clause `LIKE`, ou la clause `WHERE`.
Exemple 1 : variables en rapport avec l'auto-incrémentation.

```
SHOW VARIABLES LIKE '%auto_increment%';
```

Variable_name	Value
auto_increment_increment	1
auto_increment_offset	1

Exemple 2 : affichage de la valeur de *unique_checks*.

```
SHOW VARIABLES LIKE 'unique_checks';
```

Variable_name	Value
unique_checks	ON

On peut utiliser également une requête `SELECT`, en faisant précéder le nom de la variable de deux caractères @.
Exemple

```
SELECT @@autocommit;
```

@@autocommit
1

Niveau des variables système

Les variables système existent à deux niveaux différents :

- **Global** : c'est la variable au niveau du serveur MySQL même ;
- **Session** : c'est la variable au niveau de la session.

Lorsque l'on démarre le serveur MySQL, les variables système sont donc initialisées à leur valeur par défaut (nous verrons comment modifier ces valeurs plus tard), au niveau global.
Lorsque l'on ouvre une session MySQL et que l'on se connecte au

serveur, les variables système au niveau session sont initialisées à partir des variables système globales. Il est cependant possible de modifier les variables système, au niveau de la session ou directement au niveau global. On peut donc se retrouver avec des variables système différentes pour les deux niveaux.
Il est possible de préciser le niveau que l'on désire afficher avec `SHOW VARIABLES`, en ajoutant `GLOBAL` ou `SESSION` (ou `LOCAL`, qui est synonyme de `SESSION`).

```
SHOW GLOBAL VARIABLES;
SHOW SESSION VARIABLES;

SELECT @@GLOBAL.nom_variable;
SELECT @@SESSION.nom_variable;
```

Par défaut, si rien n'est précisé, ce sont les variables de session qui sont affichées.

Variables système n'existant qu'à un niveau

Il existe un certain nombre de variables pour lequel le niveau global n'existe pas. Ces variables sont initialisées au début de la connexion, et leur modification ne peut affecter que la session en cours.
La variable système *autocommit* par exemple n'existe que pour la session. De même que *last_insert_id*, ce qui est logique : `LAST_INSERT_ID()` renvoie la valeur de la dernière auto-incrémentation réalisée par la session. Cela n'a donc pas de sens d'avoir cette variable à un niveau global.
De même, certaines variables système n'ont pas de sens au niveau de la session et n'y existent donc pas. C'est le cas par exemple de la variable *max_connections*, qui détermine le nombre maximum de sessions connectées simultanément au serveur.
Pour ces variables, le comportement de la commande `SHOW VARIABLES` diffère du comportement de la commande `SELECT @@nom_variable`.

- Si vous ne précisez pas le niveau voulu avec `SHOW VARIABLES`, vous aurez la valeur de la variable de session si elle existe, sinon, la valeur au niveau global. `SELECT` agira de la même manière.

- Si vous précisez un niveau, et qu'une des variables n'existe pas à ce niveau, `SHOW` donnera sa valeur à l'autre niveau (sans prévenir).
- Par contre, si vous précisez un niveau avec `SELECT`, et que la variable système n'y existe pas, une erreur est déclenchée.

Exemples : *last_insert_id* n'existe qu'au niveau de la session, *max_connections* n'existe qu'au niveau global.

```
SHOW VARIABLES LIKE 'last_insert_id';
SHOW SESSION VARIABLES LIKE 'last_insert_id';
SHOW GLOBAL VARIABLES LIKE 'last_insert_id';
```

Ces trois requêtes donneront exactement le même résultat :

Variable_name	Value
last_insert_id	0

```
SHOW VARIABLES LIKE 'max_connections';
SHOW SESSION VARIABLES LIKE 'max_connections';
SHOW GLOBAL VARIABLES LIKE 'max_connections';
```

Variable_name	Value
max_connections	151

Avec `SELECT`, si l'on ne précise pas le niveau, ou si l'on précise le bon niveau, le résultat est le même.

```
SELECT @@max_connections AS max_connections, @@last_insert_id AS
last_insert_id;
SELECT @@GLOBAL.max_connections AS max_connections, @@SESSION.last_insert_id AS
last_insert_id;
```

max_connections	last_insert_id
151	0

Par contre, si l'on précise le mauvais niveau, on obtient une erreur.

```
SELECT @@SESSION.max_connections;
SELECT @@GLOBAL.last_insert_id;
```

```
ERROR 1238 (HY000): Variable 'max_connections' is a GLOBAL variable
ERROR 1238 (HY000): Variable 'last_insert_id' is a SESSION variable
```

Modification des variables système avec SET

Comme pour les variables utilisateur et les variables locales, il est possible de modifier la valeur des variables système en utilisant la commande `SET`.
Cependant, toutes ne permettent pas ce genre de modification. La liste des variables système qui l'autorisent, appelées variables système dynamiques, se trouve dans la documentation officielle.
Pour modifier une variable au niveau global, il est nécessaire d'avoir le privilège global `SUPER`. À moins que vous n'ayez accordé ce privilège à l'un de vos utilisateurs, seul l'utilisateur "root" en est donc capable.
Deux syntaxes sont possibles avec `SET` :

```
SET niveau nom_variable = valeur;

-- OU

SET @@niveau.nom_variable = valeur;
```

Exemples

```
SET SESSION max_tmp_tables = 5;          -- Nombre maximal de tables temporaires

SET @@GLOBAL.storage_engine = InnoDB;    -- Moteur de stockage par défaut
```

On peut aussi omettre le niveau, auquel cas c'est la variable système au niveau de la session qui sera modifiée. Si elle n'existe qu'au niveau global, une erreur sera déclenchée.
Exemples

```
SET max_tmp_tables = 12;
SET @@max_tmp_tables = 8;

SET @@max_connections = 200;
```

Les deux premières commandes fonctionnent, mais la troisième échoue avec l'erreur suivante :

```
ERROR 1229 (HY000): Variable 'max_connections' is a GLOBAL variable and should
be set with SET GLOBAL
```

Effet de la modification selon le niveau

Il est important de se rendre compte de la différence qu'il y a entre modifier la valeur d'une variable système au niveau de la session et au niveau du serveur (niveau global).
Lorsque l'on modifie une variable système globale, la valeur de la même variable système au niveau de la session ne change pas.
Par conséquent, cela n'affecte pas du tout la session en cours.
Par contre, cela affectera toutes les sessions qui se connectent au serveur après la modification (jusqu'à arrêt/redémarrage du serveur).
Exemple : on a modifié *storage_engine* au niveau global, cela n'a pas affecté *storage_engine* au niveau session.

```
SELECT @@GLOBAL.storage_engine, @@SESSION.storage_engine;
```

@@GLOBAL.storage_engine	@@SESSION.storage_engine
InnoDB	MyISAM

Si l'on crée une table dans la session courante, elle utilisera toujours le moteur MyISAM par défaut. Par contre, si l'on ouvre une autre session, les variables système de session étant initialisées à la connexion à partir des variables système du serveur, *storage_engine* aura la valeur InnoDB pour le serveur et pour la session. Par conséquent, toute table créée par cette nouvelle session utilisera InnoDB par défaut.
À l'inverse, modifier la valeur d'une variable système au niveau de la session n'affectera que la session. Toutes les sessions futures reprendront la valeur globale à l'initialisation des variables système de la session.

Les commandes SET spéciales

Pour certaines variables système, MySQL a créé des commandes `SET` spéciales.
Exemples

```
SET NAMES encodage;
```

Cette commande modifie trois variables système, au niveau de la session : *character_set_client*, *character_set_connection* et *character_set_results*.

```
SET [GLOBAL | SESSION] TRANSACTION ISOLATION LEVEL { REPEATABLE READ | READ COMMITTED | READ UNCOMMITTED | SERIALIZABLE }
```

Cette commande modifie la variable système *tx_isolation* au niveau demandé.

Options au démarrage du client mysql

Lorsque l'on se connecte au serveur avec un client mysql, on peut préciser une série d'options. Vous en connaissez déjà plusieurs : l'hôte, l'utilisateur et le mot de passe sont des options.
Pour rappel, ces options peuvent être données de deux manières : la manière courte, et la longue.

```
mysql --host=localhost --user=sdz --password=motdepasse

#OU

mysql -h localhost -u sdz -pmotdepasse
```

On peut mélanger les deux notations.

Pour préciser une option, on utilise donc .
Certaines options permettent un raccourci, et certaines ne nécessitent pas qu'on leur donne une valeur.
En voici quelques-unes.

Option	Raccourci	Explication
--default-character-set=encodage	*/*	Définit l'encodage par défaut
--delimiter=delim	*/*	Modifie le délimiteur
--no-beep	*-b*	Le client n'émet plus de son en cas d'erreur
--execute=requetes	*-e requetes*	Exécute les requêtes données (séparées par ;) puis quitte le client
--init-command=requete	*/*	Exécute la requête donnée dès le démarrage du client
--safe-updates ou *--i-m-a-dummy*	*-U*	N'exécute les requêtes `UPDATE` et `DELETE` que si les lignes à modifier/supprimer sont spécifiées explicitement grâce à une clause `WHERE` sur un index, ou limitées par un `LIMIT`. Cela empêche l'exécution de commandes comme `DELETE FROM nomTable;` qui supprime toutes les données de la table
--skip-column-names	*-N*	Les noms des colonnes ne sont pas affichés dans les résultats
--vertical	*-E*	Écrit les résultats de manière verticale (comme lorsque l'on termine une requête par \G).

Pour la liste complète, comme d'habitude, vous trouverez votre bonheur dans la documentation officielle.
Certaines options ont un effet sur les variables système, au niveau de la session. Par exemple *--default-character-set* modifie trois variables système : *character_set_client*, *character_set_connection* et *character_set_results*, c'est donc l'équivalent de la commande `SET NAMES encodage;`.
D'autres, comme --no-beep n'ont vraiment d'effet que sur le logiciel client.
Exemple

```
mysql -u sdz -p elevage --skip-column-names
```

```
SELECT id, nom, espece_id, prix
FROM Race;
```

1	Berger allemand	1	450.00
2	Berger blanc suisse	1	900.00
3	Singapura	2	950.00
4	Bleu russe	2	800.00
5	Maine Coon	2	700.00
7	Sphynx	2	1200.00
8	Nebelung	2	950.00
9	Rottweiller	1	600.00

Options au démarrage du serveur mysqld

Vous connaissez maintenant deux techniques permettant de modifier des variables système de session :

- pendant la session avec `SET @@SESSION.nomVariable = valeur ;`
- au démarrage de la session avec les options du client mysql.

Pour les variables système globales, il existe l'équivalent :

- vous savez déjà qu'il est possible de faire `SET @@GLOBAL.nomVariable = valeur ;`
- nous allons maintenant voir comment préciser des options au démarrage **du serveur**.

Démarrer le serveur ? On n'a jamais démarré le serveur !

Mais si ! Au tout début, lors de l'installation de MySQL, le serveur a été démarré. Selon votre configuration et/ou votre système d'exploitation, il a été démarré soit automatiquement, soit en tapant

ou en ligne de commande. Depuis, chaque fois que vous rallumez votre ordinateur, le serveur est démarré automatiquement (c'est en tout cas le comportement par défaut, modifiable à l'installation et/ou par la suite).
Pour stopper le serveur, on utilise l'utilitaire mysqladmin (en ligne de commande bien sûr) :

```
mysqladmin –u root –p shutdown
```

Bien entendu, si vous n'avez pas défini de mot de passe pour l'utilisateur *root* (mauvaise idée !), enlevez le .
Et pour (re)démarrer le serveur :

```
mysqld
```

Ou, si vous êtes sous MacOS ou Linux, vous pouvez utiliser *mysqld_safe*, qui ajoute quelques options de sécurisation :

```
mysqld_safe
```

Vous connaissez donc maintenant quatre logiciels installés lors de la mise en place de MySQL sur votre ordinateur : myqsl : le logiciel client ; mysqld : le serveur ; mysqladmin : qui permet des opérations d'administration ; mysqldump : qui permet de faire des backups de vos bases de données.

Les options du serveur

La syntaxe est la même que lors du démarrage du client :

.

Quelques exemples :

Option	Raccourci	Explication
--character-set-	*-C charset_name*	Définit l'encodage par

--character-set-server=encodage		défaut utilisé par le serveur
--default-storage-engine=type	/	Définit le moteur de stockage par défaut
--default-time-zone=timezone	/	Définit le fuseau horaire à utiliser
--init-file=nomFichier	/	Les requêtes définies dans le dossier donné sont exécutées au démarrage du serveur
--language=langue	*-L langue*	Définit la langue à utiliser pour les messages d'erreur
--transaction-isolation=niveau	/	Définit le niveau d'isolation des transactions.

La plupart des options du serveur (mais pas toutes) modifient les variables système globales.
Exemple : on lance le serveur en définissant l'encodage utilisé par celui-ci.

```
mysqld -C greek
```

Il suffit alors de démarrer une session pour tester notre nouvelle configuration.

```
SHOW GLOBAL VARIABLES LIKE 'character_set_server';
```

Variable_name	Value
character_set_server	greek

Fichiers de configuration

Si l'on veut garder la même configuration en permanence, malgré les redémarrages de serveur et pour toutes les sessions, il existe une solution plus simple que de démarrer chaque fois le logiciel avec les options désirées : utiliser **les fichiers de configuration**.
Ceux-ci permettent de préciser, pour chacun des logiciels de MySQL (le client mysql, le serveur mysqld, l'utilitaire mysqladmin, etc.), une série d'options, qui **seront prises en compte à chaque démarrage** du logiciel.

Emplacement du fichier

Lors de leur démarrage, les logiciels MySQL vérifient l'existence de fichiers de configuration à différents endroits.
Si plusieurs fichiers de configuration sont trouvés, ils sont tous utilisés. Si une option est spécifiée plusieurs fois (par plusieurs fichiers différents), c'est la dernière valeur qui est prise en compte (l'ordre dans lequel les fichiers de configuration sont lus est donné ci-dessous).
Les emplacements vérifiés sont différents selon que l'on utilise Windows ou Unix.
Il est tout à fait possible que ces fichiers de configuration n'existent pas. Dans ce cas, il suffit de le (ou les) créer avec un simple éditeur de texte.

Pour Windows

Dans l'ordre, trois emplacements sont utilisés.

Emplacement	Commentaire
WINDIR\my.ini, WINDIR\my.cnf	WINDIR est le dossier de Windows. Généralement, il s'agit du dossier C:\Windows. Pour vérifier, il suffit d'exécuter la commande suivante (dans la ligne de commande windows) : echo %WINDIR%
C:\my.ini ou C:\my.cnf	
INSTALLDIR\my.ini ou INSTALLDIR\my.cnf	INSTALLDIR est le dossier dans lequel MySQL a été installé.

Pour Linux et MacOS

Les emplacements suivants sont parcourus, dans l'ordre.

Emplacement	Commentaire
/etc/my.cnf	
/etc/mysql/my.cnf	
~/.my.cnf	~/ est le répertoire de l'utilisateur Unix. Dans un système avec plusieurs utilisateurs, cela permet de définir un fichier de configuration pour chaque

	utilisateur Unix (le fichier n'étant lu que pour l'utilisateur Unix courant).

Il existe deux autres emplacements possibles pour les fichiers de configuration sous Unix. Ceux-ci sont les principaux et les plus simples.

Fichier de configuration fourni au démarrage

Que ce soit sous Windows ou sous Unix, il est également possible de donner un fichier de configuration dans les options au démarrage du logiciel. Dans ce cas, le fichier peut se trouver n'importe où, il suffit de fournir le chemin complet.
Voici les options permettant cela :

Option	Commentaire
--defaults-extra-file = chemin_fichier	Le fichier de configuration spécifié est utilisé **en plus** des éventuels autres fichiers de configuration. Ce fichier est utilisé en dernier, sauf sous Unix, où le fichier localisé dans le dossier racine de l'utilisateur Unix est toujours utilisé en tout dernier.
--defaults-file = chemin_fichier	Seul ce fichier de configuration est utilisé, les autres sont ignorés.

Exemple

```
mysql -u sdz -p -default-extra-file=/Users/taguan/Documents/SdZ/SQLtuto/
mysqlConfig.cnf
```

Structure du fichier

Un fichier de configuration MySQL peut contenir trois types de lignes différentes.

- **option ou option = valeur** : définit l'option à utiliser. C'est

exactement la même syntaxe que pour les options à préciser lors du démarrage du logiciel, à ceci près qu'on omet les deux tirets -.
- **[logiciel]** ou **[groupe]** : définit le logiciel ou le groupe auquel les options s'appliquent.
- **#commentaire** ou **;commentaire** : ligne de commentaire, elle sera ignorée. Notez qu'il est possible de commencer un commentaire au milieu d'une ligne avec #.

Exemple

```
#début des options pour le serveur mysqld
[mysqld]
character-default-set=utf8    # on modifie l'encodage du serveur
timezone='+01:00'             # on ajuste le fuseau horaire du serveur
default-storage-engine=InnoDB # on définit le moteur de stockage par défaut

#début des options pour le client mysql
[mysql]
character-set=utf8            # on modifie l'encodage client
no-beep                       # le silence est d'or
```

Les options

Toutes les options disponibles en ligne de commande lors du démarrage d'un logiciel sont utilisables dans un fichier de configuration (pour le logiciel correspondant).
On omet simplement les deux caractères - avant l'option, et les raccourcis ne peuvent pas être utilisés.
Si l'option nécessite que l'on précise une valeur, celle-ci peut, mais ne doit pas, être entourée de guillemets. Si la valeur donnée comprend un #, les guillemets seront nécessaires pour que ce caractère ne soit pas considéré comme le début d'un commentaire.
Par ailleurs, les espaces avant et après l'option sont ignorées, et les espaces autour du signe = sont autorisées (ce n'est pas le cas en ligne de commande).

Balise [logiciel] et [groupe]

Les balises *[logiciel] et [groupe]* permettent de spécifier **à quel(s) logiciel(s) s'appliquent les options suivant cette balise** (jusqu'à la balise *[logiciel] ou [groupe]* suivante, ou jusqu'à ce que la fin du fichier soit atteinte).

On peut donc, soit donner le nom du logiciel concerné (*[mysqld]*, *[mysql]*, *[mysqldump]*, etc.), soit donner le groupe *[client]*.
Si le groupe *[client]* est spécifié, **les options suivantes seront prises en compte par tous les logiciels clients**. *mysqldump*, *mysqladmin* et *mysql* sont tous trois des logiciels clients.

Les options données pour ce groupe doivent être valables pour tous les logiciels clients. Si vous essayez de démarrer un logiciel client alors qu'une option non valable pour celui-ci a été donnée dans le fichier de configuration, le logiciel quittera avec une erreur.

Bien entendu, il est possible de spécifier une balise *[client]* pour les options communes à tous les clients, puis une balise *[logiciel]* pour les options spécifiques à un logiciel.
Exemple

```
[client]
port=3306   # on précise le port à utiliser pour tous les logiciels clients

[mysqld]
port=3306   # on précise le port aussi pour le serveur
character-default-set=utf8

[mysql]
no-beep
```

Tous les logiciels clients, ainsi que le serveur utiliseront le port 3306, mais seul le logiciel *mysql* utilisera l'option *no-beep*.

En résumé

- Les variables système sont des variables qui déterminent certains comportements de MySQL, certains paramètres.
- Les variables système existent à deux niveaux : global (niveau serveur) et session.
- On peut afficher les variables système avec `SHOW VARIABLES` et avec `SELECT @@nom_variable` (en précisant éventuellement le

niveau désiré).

- On peut modifier les variables système avec la commande `SET @@nom_variable`, en précisant éventuellement le niveau auquel on veut la modifier (par défaut, ce sera au niveau de la session).
- On peut préciser des options au démarrage de la session et au démarrage du serveur, avec .
- Tous les paramètres de MySQL sont également définissables dans des fichiers de configuration.

Aller plus loin

Ce cours est maintenant terminé. J'espère que vous y aurez trouvé les informations dont vous aviez besoin. Quoiqu'il en soit, la fin de ce cours ne doit surtout pas sonner la fin de votre apprentisage de MySQL, ou de la gestion de bases de données en général.

- Certaines parties de ce cours sont volontairement superficielles. En particulier tout ce qui concerne la configuration du serveur et des logiciels clients. Le but était d'être le moins théorique possible, tout en vous donnant un aperçu relativement complet des énormes possibilités de MySQL. Il existe de nombreuses ressources sur internet, ainsi que de nombreux ouvrages d'un niveau plus avancé qui pourront vous en apprendre plus.
- J'ai essayé de vous donner un maximum de pistes et de bonnes pratiques pour concevoir intelligemment vos bases de données, mais la conception d'une base de données est un vaste sujet. Si celui-ci vous intéresse, penchez-vous par exemple sur la théorie relationnelle, les formes normales, les modèles de donnés tels le modèle Entité-Relation, la méthode Merise, etc.
- Même constat au niveau de l'optimisation des requêtes. Des ouvrages entiers ont été consacrés aux techniques d'optimisation utilisables avec MySQL.
- Et tant et tant d'autres choses vous restent à découvrir.